

**PENGARUH TINGKAT PENCUCIAN
TERHADAP FISIKOKIMIA LILIN
LEBAH *Trigona Sp.***

SKRIPSI

Oleh :

**Rizqi Amaliyah Hafiz
NIM. 165050109111048**



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

**PENGARUH TINGKAT PENCUCIAN
TERHADAP FISIKOKIMIA LILIN
LEBAH *Trigona Sp.***

SKRIPSI

Oleh :

**Rizqi Amaliyah Hafiz
NIM. 165050109111048**

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada Fakultas
Peternakan Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

PENGARUH TINGKAT PENCUCIAN TERHADAP KUALITAS FISIKOKIMIA LILIN LEBAH

Trigona Sp.

SKRIPSI

Oleh :

Rizqi Amaliyah Hafiz
NIM. 165050109111048

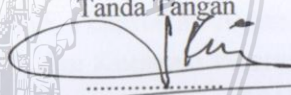
Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana
Pada Hari/Tanggal : Kamis/2 Agustus 2018

Pembimbing Utama:

Dr. Ir. Mustakim, MP
NIP. 195806041987031002

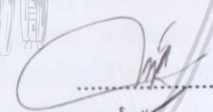
Tanda Tangan

Tanggal

 14-08-2018

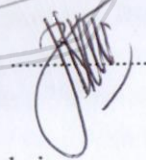
Dosen Penguji:

Dr. Ir. Moch Nasich, MS
NIP. 195511061983031001



06-08-2018

Dr. Agus Susilo, S. Pt, MP
NIP. 197308201998021001



06-08-2018

Mengetahui:

Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya



Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS

NIP. 19620403 198701 1 001

Tanggal : 14-08-2018

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sekayu, Musi Banyuasin, Sumatera Selatan pada tanggal 25 Agustus 1994, anak ke empat dari empat saudara, putri dari pasangan Hafizuddin seorang pensiunan PNS dan Mariani seorang pensiunan PNS. Pendidikan dasar ditempuh di SD Negeri 6 Sekayu, Sumatera Selatan tahun 2000-2006, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 6 Sekayu, Sumatera Selatan tahun 2006 dan lulus pada tahun 2009, kemudian pada tahun yang sama melanjutkan ke SMA Negeri 2 Sekayu dan lulus pada tahun 2012. Tahun 2012 penulis diterima di Fakultas Diploma IPB Program Keahlian Paramedik Veteriner melalui jalur Ujian Saringan Masuk IPB (USMI). Penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Taman Marga Satwa Semarang pada tahun 2014, Groovy Vetcare Clinic Jakarta tahun 2015, Peternakan Ayam Hatchery QL di Cianjur pada tahun 2015, dan Koperasi Peternakan Sapi Bandung Utara (KPSBU) Lembang pada tahun 2015. Penulis sempat bekerja selama satu tahun sebagai Tenaga Harian Lepas (THL) Kementerian Pertanian Paramedik Veteriner di Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau pada tahun 2015-2016. Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi dan diterima di Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya angkatan 2016 melalui Seleksi Alih Program.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata satu (S-1) Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Penulis telah banyak mendapatkan bimbingan, petunjuk, nasehat, semangat, dan bantuan dari banyak pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Orangtua yang senantiasa mendoakan, mencurahkan kasih sayang dan dukungan kepada penulis, serta kakak-kakakku yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik secara moril maupun materi.
2. Dr. Ir. Mustakim, MP., selaku Pembimbing Utama yang selalu memberikan saran dan bimbingannya.
3. Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi, MS., selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
4. Dr. Agus Susilo, S.Pt, MP., selaku Ketua Program Studi Peternakan yang telah banyak membina kelancaran proses studi.
5. Dr. Ir. Sri Minarti, MP., selaku ketua Jurusan Peternakan yang telah banyak membantu dalam kelancaran proses studi.
6. Dr. Ir. Mustakim, MP., selaku koordinator bidang minat Teknologi Hasil Ternak yang telah banyak membantu kelancaran proses studi.
7. Dr. Ir. Moch Nasich, MS., selaku dosen penguji ujian sarjana.

8. Dr. Agus Susilo, S. Pt, MP., selaku dosen penguji ujian sarjana.
9. PT Kembang Joyo yang telah memberikan kesempatan dan bantuan bahan penelitian.
10. Ibu Dewi dan keluarga yang telah bersedia memberikan ilmu, waktu, informasi, dan lokasi selama penelitian berlangsung.
11. Bapak Hanif dan teman-teman yang telah memberikan segala bantuan selama penelitian.
12. Ibu Vita yang telah banyak membantu dan meluangkan waktunya untuk memonitoring selama penelitian di Laboratorium Universitas Islam Malang.
13. Ibu Lilik yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membantu selama kegiatan penelitian di Laboratorium THT Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya.
14. Sahabat dan rekan tim penelitian Leony Widya Astuti, A.Md dan Arina Fadhila, A.Md. serta teman-teman yang telah memberikan bantuan, motivasi, dukungan, saran, dan kritik selama pelaksanaan seminar, penelitian, hingga akhir penulisan skripsi ini.
15. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun untuk penyusunan selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Malang, 20 Juli 2018

Penulis

EFFECT OF WASHING RATE ON PHYSICOCHEMICAL QUALITY OF *TRIGONA SP.* WAX

Rizqi Amaliyah Hafiz¹⁾ and Mustakim²⁾

- ¹⁾ Student of Animal Product Technology, Faculty of
Animal Husbandry, Brawijaya University
²⁾ Lecturer of Animal Product Technology, Brawijaya
University

E-mail: rizqiamaliyahhafiz@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research was to find the effect of washing rate on *Trigona sp.* wax to rendement, burn time, texture, moisture content and fat content. The materials used for this reasearch were *Trigona sp.* combs from Kembang Joyo honeybee farms in Karang Ploso Malang. Method was used in this experiment was Completely Randomize Design with 4 treatment and 4 replication, if there were significant influence would tested by Duncan's Multiple Range Test Method. The result showed that washing rate in *Trigona sp.* wax has effect ($P < 0.01$) on rendement and burn time, ($P < 0.05$) on fat content, and has no effect ($P > 0.05$) on texture and moisture content. It is recommended to do more research to find best method to produce *Trigona sp.* wax more and not wasted.

Keywords: physicochemical quality, *Trigona sp.* wax, washing rate

**PENGARUH TINGKAT PENCUCIAN TERHADAP
KUALITAS FISIKOKIMIA LILIN
LEBAH *Trigona sp.***

Rizqi Amaliyah Hafiz¹⁾ and Mustakim²⁾

- 1) Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya
- 2) Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

E-mail: rizqiamaliyahhafiz@gmail.com

RINGKASAN

Lilin lebah merupakan salah satu produk yang dihasilkan oleh lebah pekerja dan disekresikan oleh kelenjar lilin yang terdapat pada bagian bawah abdomen lebah. Lebah *Trigona sp.* adalah lebah yang tidak memiliki sengat (*stingless*). Perbedaan tingkat pencucian pada pembuatan lilin lebah *Trigona sp.* dimungkinkan dapat mempengaruhi kualitas fisiko kimia lilin lebah *Trigona sp.*

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan pengaruh tingkat pencucian terhadap rendemen, waktu bakar, tekstur, kadar air, dan kadar lemak lilin lebah *Trigona sp.* Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi sumber informasi untuk penelitian berikutnya.

Materi penelitian adalah sarang lebah *Trigona sp.* yang diperoleh dari Peternakan lebah Kembang Joyo di Karang Ploso. Lilin lebah berasal dari sarang lebah yang diperoleh dari peternakan lebah madu Kembang Joyo yang beralamat di Karang Ploso, Malang. Bahan lainnya yang digunakan seperti air. Alat yang digunakan antara lain kompor, panci berukuran 5 liter, gelas ukur, termometer, kain penyaring, batang

pengaduk, sumbu, dan cetakan lilin. Metode penelitian adalah metode percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan yaitu 4 perlakuan dengan 4 ulangan. Adapun perlakuan tersebut adalah perbedaan tingkat pencucian, satu kali pencucian, dua kali pencucian, tiga kali pencucian, dan empat kali pencucian. Variabel yang diukur adalah rendemen, tekstur, waktu bakar, kadar air dan kadar lemak. Data dianalisis dengan menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh perbedaan tingkat pencucian pada masing-masing perlakuan terhadap rendemen dan waktu bakar berbeda sangat nyata ($P>0,01$), sedangkan tekstur dan kadar air tidak berbeda nyata. Hasil rendemen sebagai berikut P1, P2, P3, dan P4 secara berurutan adalah 32,50%, 21,40%, 15,70%, dan 12,00%. Waktu bakar paling lama adalah pada perlakuan P2, P1, P3, dan P4 sebagai berikut 4,07 menit/cm³, 3,30 menit/cm³, 1,69 menit/cm³, dan 1,27 menit/cm³. Nilai kadar lemak memberikan pengaruh berbeda nyata ($P>0,05$), kadar lemak tertinggi hingga terkecil adalah sebagai berikut P4, P3, P2, dan P1 yaitu 89,00%, 87,00%, 83,75%, dan 75,50%. Hasil tekstur berdasarkan skala hedonik adalah 3 yaitu tekstur sedang. Nilai kadar air secara berurutan dari yang tertinggi adalah P1, P3, P2, dan P4 yaitu 41,37%, 39,37%, 39,50%, dan 38,12%.

Disimpulkan bahwa ditinjau dari nilai rendemen, waktu bakar, dan kadar lemak perbedaan pencucian memberikan pengaruh terhadap kualitas fisikokimia lilin lebah *Trigona sp.* Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang metode terbaik untuk menghasilkan lilin lebah *Trigona sp* yang lebih banyak dan tidak terbuang.



DAFTAR ISI

Isi	Halaman
RIWAYAT HIDUP	i
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
RINGKASAN	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Kegunaan	3
1.5. Kerangka Pikir	3
1.6. Hipotesa	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Lebah Trigona	5
2.2. Lilin Lebah	7
2.3. Komposisi	11
2.4. Pengaruh Lilin terhadap Lingkungan	12
2.5. Bahan dan Pembuatan Lilin Lebah	15
2.5.1. Air	18
2.6. Kualitas Fisikokimia	19
2.6.1. Kualitas Fisik	19
2.6.1.1 Rendemen	19
2.6.1.2 Waktu Bakar	20
2.6.1.3. Tekstur	22
2.6.2. Kualitas Kimia	23
2.6.2.1 Kadar air	23

2.6.2.2 Kadar lemak.....	24
--------------------------	----

BAB III MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	26
3.2. Materi Penelitian	26
3.3. Metode Penelitian.....	26
3.4. Prosedur Penelitian.....	27
3.5. Variabel Pengamatan.....	28
3.6. Analisis Data	32
3.7. Batasan Istilah	32

BAB IV HASIL PENELITIAN

4.1. Pengaruh Tingkat Pencucian terhadap Rendemen	33
4.2. Pengaruh Tingkat Pencucian terhadap Waktu Bakar	36
4.3. Pengaruh Tingkat Pencucian terhadap Tekstur.....	39
4.4. Pengaruh Tingkat Pencucian terhadap Kadar Air	41
4.5. Pengaruh Tingkat Pencucian terhadap Kadar Lemak	43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	46
5.2. Saran.....	46

DAFTAR PUSTAKA	47
-----------------------------	-----------

DAFTAR LAMPIRAN	52
------------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rendemen, waktu bakar, tekstur, kadar air, dan kadar lemak lilin lebah <i>Trigona sp.</i>	33



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pikir	4
2. Lebah <i>Trigona sp</i>	5
3. Srang lebah <i>Trigona sp.</i>	7
4. Skema prosedur penelitian	28



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Prosedur uji rendemen, organoleptik, tekstur, waktu bakar, kadar air, dan kadar lemak.....	52
2. Perhitungan statistik rendemen	54
3. Perhitungan statistik waktu bakar	57
4. Tabel hasil kuisionel organoleptik	60
5. Perhitungan statistik organoleptik tekstur	61
6. Perhitungan statistik kadar air.....	63
7. Perhitungan statistik kadar lemak	65
8. Dokumentasi penelitian.....	68

DAFTAR SINGKATAN

Anova	: <i>Analisis Of Varian</i>
C	: Celcius
Cm	: Centimeter
<i>Et al.</i>	: Et alli
Dkk	: Dan Kawan-Kawan
g	: Gram
RAL	: Rancangan Acak Lengkap



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lebah adalah serangga yang unik karena termasuk ke dalam makhluk sosial. Biasanya serangga merupakan makhluk soliter yang hidup sendiri. Satu koloni lebah terdiri dari tiga bagian yaitu ratu lebah (*queen*), lebah jantan (*drone*) dan lebah pekerja (*worker-bees*) (Suranto, 2004). Jenis lebah di Indonesia yang banyak dibudidayakan adalah *Apis mellifera*, *Apis cerana*, *Apis dorsata* dan *Trigona sp.* Lebah *Trigona sp.* adalah lebah yang tidak memiliki sengat (*stingless*). Selain tidak memiliki sengat lebah ini memiliki ukuran yang lebih kecil daripada jenis lebah lainnya. Ukuran tubuhnya yang kecil dan tidak menyengat membuat lebah ini banyak dibudidayakan oleh peternak lebah. Lebah *Trigona sp.* merupakan lebah yang paling sedikit menghasilkan madu. Lebah jenis ini lebih banyak menghasilkan propolis sehingga dikenal dengan lebah penghasil propolis terbanyak daripada lebah dari genus *Apis* lainnya.

Pengolahan lilin lebah di Indonesia belum dimanfaatkan dengan baik. Cara pemanenan madu dari sarang lebah menentukan kualitas lilin lebah yang akan diolah. Pemanenan dan pembuatan lilin lebah masih secara tradisional atau semi modern. Peternak lebah beranggapan bahwa sarang lebah tidak menghasilkan keuntungan yang terlalu besar. Sehingga peternak kurang memperhatikan potensi yang dapat diolah dari sarang lebah. Sarang lebah yang diolah dengan baik akan menghasilkan lilin lebah yang baik. Lilin dari sarang lebah madu merupakan lilin organik dan bebas dari zat kimia yang membahayakan, sehingga lilin lebah banyak digunakan di

dalam produk makanan dan kosmetik. Diperlukan kualitas dan karakteristik lilin lebah yang berbeda-beda pada pencampuran dalam berbagai produk. Produk kosmetik memerlukan lilin lebah dengan tekstur tertentu sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Sedangkan dalam produk makanan lilin lebah difungsikan sebagai *edible film* untuk melindungi makanan, sehingga dibutuhkan tekstur yang lebih keras dan tidak mudah leleh.

Beberapa faktor yang mempengaruhi perbedaan karakteristik lilin lebah diantaranya adalah bahan pencuci. Bahan pencuci pembuatan lilin lebah adalah air. Air digunakan sebagai pemisah lilin dari sarang dan kotoran. Penambahan air sebagai bahan pencuci banyak diterapkan oleh peternak-peternak lebah komersial dalam pembuatan lilin sarang lebah. Air mudah didapatkan dan bernilai ekonomis, sehingga sangat cocok digunakan sebagai bahan pencuci. Kandungan air terdiri dari komponen-komponen senyawa kimia organik seperti mineral, oksigen, dan karbon dioksida.

Air adalah bahan pengencer yang paling banyak digunakan. Lilin lebah dihasilkan dari proses pencucian dengan air. Proses pencucian bertujuan untuk memisahkan lilin dengan kotoran dan sarang lebah. Perbedaan tingkat pencucian diharapkan dapat menghasilkan lilin yang lebih bersih dan tidak mengandung banyak kotoran. Selain itu, adanya perbedaan tingkat pencucian yang beragam mulai dari satu kali pencucian, dua kali pencucian, tiga kali pencucian, hingga empat kali pencucian diharapkan memberi pengaruh terhadap rendemen, tekstur, waktu bakar, kadar air dan kadar lemak lilin lebah *Trigona sp.*

1.2. Rumusan Masalah

Apakah tingkat pencucian mempengaruhi kualitas fisikokimia lilin lebah *Trigona sp.*

1.3. Tujuan

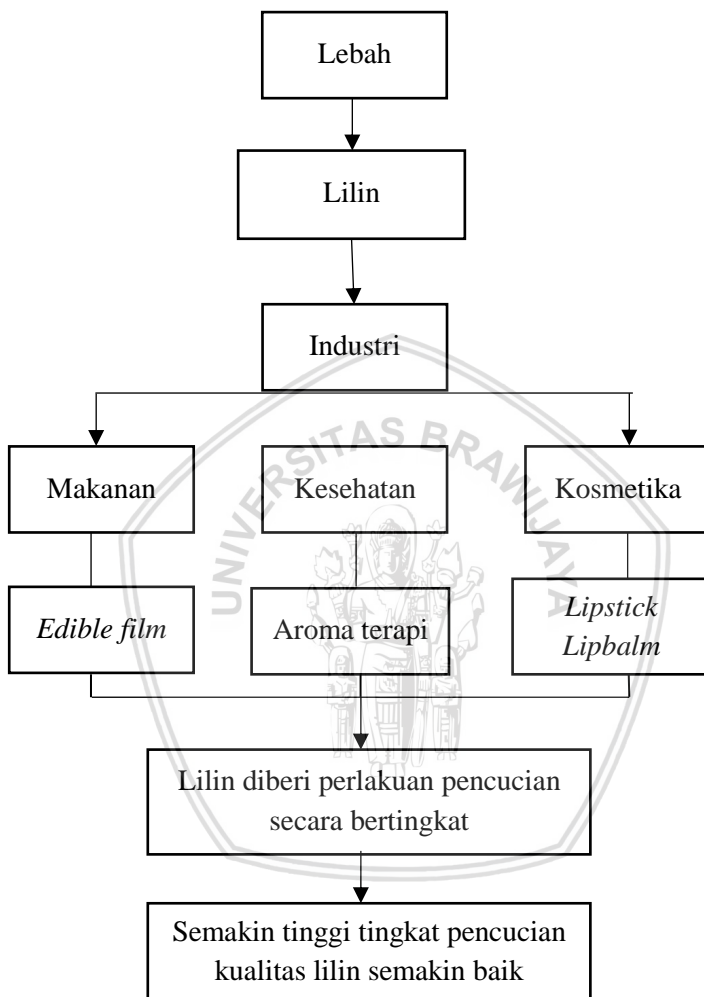
Mengetahui pengaruh tingkat pencucian terhadap kualitas fisikokimia lilin lebah *Trigona sp.*

1.4. Kegunaan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi dan kajian ilmiah tentang lilin lebah *Trigona sp.*

1.5. Kerangka Pikir

Bahan pencuci pembuatan lilin yang biasa digunakan adalah air. Pembuatan lilin lebah diawali dengan pengambilan sarang lebah *Trigona sp.* Pemanasan dilakukan pada suhu hingga suhu 65°C dengan pencampuran air. Dilakukan pendinginan hingga lilin dan kotoran pada sarang terpisah dan mengeras. Perlakuan dilakukan dengan tingkat pencucian yang berbeda pada sarang lebah *Trigona sp.* Pencucian berulang-ulang diharapkan dapat mengurangi kotoran dan meningkatkan kemurnian lilin. Dengan demikian dilakukan penelitian untuk mengetahui adanya pengaruh tingkat pencucian terhadap kualitas lilin lebah yang akan dihasilkan.



Gambar 1. Skema kerangka berpikir

1.6. Hipotesa

Hipotesa dalam penelitian ini semakin tinggi tingkat pencucian maka kualitas lilin lebah *Trigona sp.* semakin baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Lebah *Trigona sp.*

Djajasaputra (2010) mengemukakan sistematika lebah madu *Trigona sp.* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Phylum : Artropoda
Sub Phylum : Mandibulata
Class : Insecta (Hexapoda)
Ordo : Hymenoptera
Sub Ordo : Apocrita
Famili : Apidae
Genus : *Trigona*
Spesies : *Trigona sp.*



Gambar 1. Lebah *Trigona sp.*
Sumber : Halcroft, Dollin dan Hart (2013)

Lebah *Trigona sp.* dalam bahasa daerah dinamakan Klanceng. Lebah ini merupakan lebah tanpa sengat (*stingless bee*), namun lebah ini menggunakan gigitan dan kerumunan sebagai alat pertahanan dari musuh atau bahaya yang datang. *Trigona* memiliki pertahanan dengan cara menggigit atau

membakar kulit musuhnya dengan larutan basa. Organ vital (mata hidung, dan telinga) musuh akan dikelilingi oleh lebah lain dalam satu koloninya. Lebah ini juga dilengkapi sistem kekebalan untuk menyerang serangga lain (Djajasaputra, 2010). Lebah *Trigona sp.* hidup secara berkoloni. Setiap koloni ditemukan ratu lebah (*queen bee*), lebah pekerja, dan lebah pejantan (Putra, Watiniasih dan Suartini, 2014). Lebah ini merupakan lebah asli Asia dari genus *Trigona* yang memiliki karakteristik spesifik yaitu madu yang dihasilkan mempunyai rasa asam namun tahan terhadap fermentasi dan bersifat jarang sekali berpindah. Harga produk madu yang dihasilkan lebih tinggi daripada produk madu dari lebah genus *Apis* (Cholis, Minarti dan Junus, 2012).

Koloni lebah *Trigona sp.* dapat ditemukan bersarang di lubang-lubang pohon, rongga kayu dan pohon bambu yang berlubang serta ditemukan pada celah dinding tembok di sekitar rumah. Lebah *Trigona sp.* memiliki ukuran tubuh lebih kecil daripada lebah lainnya, tujuannya sebagai penyerbuk bunga-bunga kecil. Lebah ini menghasilkan madu dan lilin. Madu yang dihasilkan dalam jumlah yang sedikit dan memiliki rasa asam. Lilin lebah *Trigona sp* digunakan untuk membuat atau dikenal dengan sebutan malam Klenceng (Sarwono 2007). Lebah *Trigona sp.* terkenal sebagai polinator yang baik. Bentuk tubuhnya yang kecil dan jangkauan terbang yang pendek membuatnya fokus pada pepohonan di sekitar sarang sehingga polinasi yang dilakukan lebih intensif dibandingkan lebah *Apis* yang jangkauan terbangnya lebih jauh (Djajasaputra, 2010).

Sarang lebah *Trigona sp.* berbeda dari sarang lebah madu lainnya, yaitu tidak membentuk segi enam dan tersusun rapi dalam satu sisiran layaknya sarang *Apis*. Lebah *Trigona sp*

bebas membentuk sarangnya di sudut-sudut kotak kayu. Lebah *Trigona sp.* secara naluri akan masuk dan tinggal pada celah bambu atau kayu dimana mereka dapat membentuk sarang di sana. Sarang lebah terbuat dari campuran lilin dan resin propolis dari tanaman. Sarang *Trigona* yang sudah diambil madunya disebut *raw* propolis. *Raw* propolis terdiri dari sekitar 50% senyawa resin (flavonoid dan asam fonolat), 30% lilin lebah, 10% minyak aromatik, 5% polen lebah, dan % berbagai senyawa organik (Djajasaputra, 2010).



Gambar 2. Sarang lebah *Trigona sp*
Sumber : Halcorft *et al.* (2013)

1.2. Lilin Lebah

Lebah membutuhkan lilin sebagai bahan konstruksi untuk membentuk sisiran sarang. Lebah memproduksi lilin di kelenjar lilin yang ada pada lebah pekerja berusia 12 hingga 18 hari. Pada lebah yang berumur lebih tua, kelenjar lilin dapat mengurangi aktivitas mereka. Sejumlah besar lilin diproduksi selama fase pertumbuhan koloni lebah. Bahan utama pembentukan lilin adalah karbohidrat, yaitu gula madu fruktosa, glukosa, dan sukrosa. Rasio gula terhadap lilin dapat

bervariasi, semakin kecil rasio semakin sedikit produksi lilin untuk koloni (Bogdanov, 2016).

Menurut (Sarwono, 2007) lilin lebah dibentuk dalam tubuh melalui proses kimia. Lilin dihasilkan oleh lebah pekerja umur 12 hari atau lebih, saat kelenjar lilin lebah pekerja yang terletak diantara segmen ke-4 dan ke-7 pada permukaan bawah abdomen berkembang. Kelenjar lilin akan berkembang penuh pada hari ke-15 setelah lebah keluar dari kepompong. Lilin lebah dihasilkan dari lebah pekerja yang bertugas membuat lilin terlebih dahulu meminum madu dan memakan tepung sari sebanyak-banyaknya. Kemudian mereka bergantung, saling berpegangan, kaki belakang memegang kaki belakang lebah di depannya, lalu berdiam diri sambil bergantung dan menggerombol di sisir. Lilin keluar dari bawah abdomen melalui kelenjar lilin (di sebelah dalam ruas tulang dada ketiga, keempat, dan kelima). Lilin yang dikeluarkan dalam keadaan cair kemudian mengental menjadi kepingan kecil. Kelenjar lilin menyusut dan menjadi tidak berfungsi antara hari ke-20 dan hari ke-25 setelah lebah pekerja muncul dari kepompong atau kira-kira setelah lebah pekerja siap beralih tugas menjadi pencari pakan di lapangan. Bogdanov (2016) juga menyatakan bahwa seekor lebah memiliki empat pasang kelenjar. Lilin cair dikirimkan oleh kelenjar-kelenjar ini dan mendingin kemudian menjadi sisik lilin putih halus. Sisik-sisik ini diambil oleh kaki belakang dan diproses dengan alat mulut.

Lilin lebah diproduksi secara endogen multikomponen, bahan fase tunggal yang ketika dibentuk akan menjadi sisir. Fungsi lain dari lilin adalah melindungi induk yang sedang berkembang, menyimpan makanan, perantara dalam komunikasi, dan memiliki sifat termoregulasi yang penting. Keluarga Apidae berisi kumbang eusosial (Bomini), lebah

tanpa sting (Meliponini) dan lebah madu (Apini) sebagai subfamili dari lebah soliter. Lilin dibutuhkan untuk konstruksi sarang. Lilin lebah dari lebah tidak menyengat biasanya dicampur dengan zat lain, seperti resin tanaman dan sutera pupa. Struktur terbentuknya lilin ini terdiri dari campuran yang biasanya tidak mengandung berat substansial. Sebaliknya, lebah madu (Apini) lilin dibentuk menjadi satu, sehingga sisiran sangat berbobot dan tidak dicampur dengan zat asing (Buchwald, Breed, dan Greenberg, 2007).

Lilin lebah dapat dipanen dari sarang lebah yang madunya telah dipindahkan atau dari sarang yang telah kosong. Warna lilin lebah bervariasi, yaitu putih, kuning, oranye bersih. Lilin mudah pecah pada saat suhu dingin dan pada suhu 29° C lilin dalam keadaan lunak. Lilin yang lunak tidak melekat pada tangan apabila dipijat atau diberi tekanan. Lilin memiliki bau yang khas dan beraroma tumbuh-tumbuhan (Bogdanov, 2016).

Lilin lebah mutu pertama diperoleh dari sarang lebah yang masih baru, belum pernah diisi oleh madu atau tepung sari oleh penghuninya. Lilin yang diperoleh berwarna putih bersih. Pengambilan lilin tidak membutuhkan spiner karena belum ada madu atau tepung sarinya. Lilin lebah mutu kedua diperoleh dari sarang lebah yang telah diisi madu. Madu dikeluarkan dan dipres dengan alat penekan untuk mengeluarkan sisa-sisa madu yang tertinggal (Sarwono, 2007). Selain itu, umur sisir juga mempengaruhi banyaknya lilin yang dihasilkan. Sisir merupakan bagian penting dari produksi lilin. Warna sisir dapat berubah dari kuning menjadi coklat dan hitam. Warna gelap tua pada sisir disebabkan oleh kotoran larva, kulit pupa dan dari propolis yang menempel. Sifat-sifat sisir juga berubah, sel menjadi lebih kecil dan lebih tebal. Sisir tua adalah sumber infeksi. Sisir yang berwarna gelap akan

mendapatkan partikel yang gelap dan dapat mengotori. Pada sisir lama dan sudah tua pakan akan mudah mengkristal. Sisir tua mengandung lebih sedikit lilin dan lebih banyak protein sehingga akan lebih siap diserang oleh ngengat lilin (Junus, 2017).

Warna sarang lebah madu terdiri dari berbagai warna yaitu kuning, coklat, coklat kehitaman, dan hitam. Warna sarang lebah berpengaruh terhadap persentase lilin di dalamnya. Sarang lebah yang berwarna kuning memiliki persentase kandungan lilin paling banyak yaitu 86-100 %. Sarang lebah berwarna coklat memiliki persentase kandungan lilin sebesar 60%, warna coklat kehitaman 49% dan warna hitam 46%. Lilin yang berwarna gelap diakibatkan oleh kotoran dan terlalu lama dalam proses pemanasan. Lilin yang dipanaskan pada suhu yang terlalu tinggi dan dengan waktu yang terlalu lama dapat merusak lilin dan merubah warna menjadi gelap. Lilin tidak boleh dipanaskan dalam wadah yang terbuat dari besi, kuningan seng atau tembaga karena logam tersebut akan membuat lilin menjadi gelap. Besi yang tahan karat atau alumunium dan kayu dapat dijadikan wadah pemanas. Sarang lebah yang masih baru mengandung lebih banyak lilin daripada sarang lebah yang sudah tua. Lilin dalam sisiran terdiri dari lilin bebas dan lilin terikat. Lilin terikat hanya dapat diekstraksi dengan metode ekstraksi kimia namun kualitas yang dihasilkan kurang baik (Bogdanov, 2016).

Lilin *Trigona sp* memiliki karakteristik yang lengket. Jika lilin diletakkan pada kedua jari tangan maka lilin akan keluar, bentuk lilin seperti permen karet yang telah dikunyah. Tingkat pemalsuan lilin *Trigona sp*. dengan lilin lebah lainnya akan terdeteksi hingga 10% pemalsuan. Lilin *Trigona sp* memiliki bau yang khas dan sulit digambarkan. Lilin lebah lainnya

memiliki bau bunga sedangkan lilin *Trigona sp.* memiliki bau yang menyengat seperti pernis (Smith, 1951).

Lilin dari lebah *Apis mellifera* ketika dilelehkan sangat sedikit partikel padat yang terlihat dan lilin yang meleleh berwarna kuning pucat. Berbeda dengan lilin dari lebah *Trigona sp.* disisi lain tidak berwarna tetapi meninggalkan residu padat berwarna coklat gelap. Bahan padat dalam lilin *Trigona sp.* terdiri dari serbuk sari, butiran pasir yang ditinggalkan rayap di pohon, bulu-bulu, dan sisa-sisa dari pohon. Jumlah bahan padat yang ada di dalam lilin bervariasi dari 16-30%. Sarang lebah *Trigona sp.* tidak kuat dan kaku seperti yang dimiliki *Apis mellifera* karena mereka tidak mengandung banyak madu (Milborrow, Kennedy dan Dollin, 1987)

1.3. Komposisi Lilin

Komponen utama lilin lebah termasuk alkana, asam lemak, dan ester rantai panjang. Masing-masing komponen mewakili banyak zat dan campuran zat tersebut dibuat lebih kompleks. Selain hidrokarbon, protein juga ada di dalam lilin lebah dan mungkin ditambahkan saat sisik lilin dimanipulasi di mulut lebah (Buchwald *et al.*, 2007). Komposisi lilin lebah madu sangat kompleks juga dinyatakan oleh Junus (2017) yaitu campuran dari paraffin dan ester dari kombinasi alkohol monohidrat dengan rincian asam lemak dan asam hidroksi. Setelah dihidroksi lilin lebah mengandung 16% hidrokarbon, 31% alkohol monohidrik, 31% asam lemak, 13% hidroksi dan residunya terdiri dari 6% propolis dan 3% diol serta pigmen tanaman dan pasir. Pendapat lainnya juga dinyatakan Blomquist *et al.* (1985) bahwa lilin dari lebah *Trigona* memiliki komposisi yang jauh lebih sederhana daripada *Apis*

mellifera dan terdiri dari hidrokarbon, lilin monoester, asam lemak bebas, alkohol primer, dan bahan polar lebah tidak teridentifikasi, tidak ada diol, asam hidroksi atau esternya yang terdeteksi dalam lilin *Trigona*. Hasil ekstraksi sarang lebah *Trigona sp.* tidak lebih dari 50% karena memiliki kadar lilin tinggi yang memiliki karbon tinggi (Yuliana dkk., 2015).

Lebah tanpa sengat telah berevolusi memiliki kemampuan untuk menangani resin dan menggunakannya tidak hanya untuk membangun sarang mereka, tetapi digunakan juga untuk mempertahankan koloninya melawan pemangsa. Resin dapat meningkatkan keragaman senyawa kimia yang ada di dalam tubuh lebah tanpa sengat. Sisa bagian lebah dari resin tanaman sering ditemukan di dalam lilin lebah. Lilin lebah tanpa sengat menggabungkan berbagai bahan seperti propolis, lumpur, kotoran, dan serat tumbuhan ke dalam sarang mereka (Leonhardt, 2010).

Komposisi lainnya yang terkandung dalam lilin lebah selain dari propolis adalah ester. Ester adalah senyawa organik yang terbentuk dari asam hidrogen dan penyusun dari rantai hidrokarbon. Menurut Blomquist *et al.*, (1985) ester lilin mengandung alkohol primer C16 hingga C30, komponen utamanya adalah tetracosanol, hexacosanol dan octocosanol. Bagian asam lemak dari ester lilin memiliki panjang rantai 12 hingga 30 karbon yang terdiri dari 30% dari fraksi. Sebagian alkohol primer berkisar antara C24 hingga C30 dengan komponen C24, C26, dan C28 yang mendominasi.

1.4. Pengaruh Lilin terhadap lingkungan

Lebah membutuhkan cadangan makanan untuk mengembangkan induk mereka. Lebah akan banyak mati kelaparan akibat tidak tersedianya nektar dan serbuk sari.

Sebagian lebah lainnya akan bermigrasi untuk mencari sumber pakan dan memperbaiki kondisi. Namun pada wilayah periode produksi singkat, peternak lebah harus menstimulasi produksi lilin lebah. Jadi selama periode ini, peternak harus menyediakan pakan buatan yang menjamin perkembangan lanjutan koloni, menyiapkan dan mengumpulkan nektar, menyerbuki tanaman dan meningkatkan produksi ratu, yang berakibat meningkatkan jumlah pekerja. Dalam kasus produksi lilin lebah, gula sirup adalah makanan energi yang paling cocok untuk produksi lilin *Apis mellifera*. Lebah yang mengkonsumsi sirup gula menghasilkan produksi yang lebih tinggi daripada lebah yang mengkonsumsi gula tebu. Analisis fisikokimia menunjukkan bahwa gula sirup memiliki tingkat kalori dan total lebih tinggi daripada gula lainnya. Lebah membutuhkan energi dari nektar atau makanan buatan untuk menghasilkan lilin lebah (Carrilo dkk., 2015).

Lilin lebah juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan yaitu suhu. Menurut Bogdanov (2016) produksi lilin pada suatu koloni dipengaruhi beberapa faktor yaitu aliran nektar, ratu lebah, adanya serbuk sari sebagai sumber protein dan suhu. Suhu di atas 15° C mendukung aktivitas pembuatan sisiran. Selain itu Junus (2017) juga menambahkan bahwa lilin lebah banyak diproduksi pada saat suhu meningkat. Prosesnya secara rinci belum diketahui, tetapi dapat diperkirakan bahwa ester berasal dari lemak tubuh yang berada di sekitar kelenjar lilin, sedangkan asam hidroksi dan paraffin diproduksi dari *oonocyt* yang terdapat di sekitar sel-sel lemak tubuh. Secara umum lilin dibentuk dari gula yang terdapat di dalam madu dan protein dari tubuh lebah. Protein diperlukan untuk memproduksi enzim sebagai proses katalisnya. Madu yang

diperlukan untuk membuat lilin sekitar 0,8–1,6 kg/ pound madu.

Bogdanov (2016) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi produksi lilin salah satunya adalah aliran nektar dan adanya serbuk sari sebagai sumber protein. Hampir semua jenis tanaman berbunga dapat menjadi sumber pakan lebah, tetap terdapat beberapa jenis tanaman berbunga menghasilkan senyawa beracun sehingga tidak dikunjungi lebah. Pakan merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi keberlanjutan hidup lebah. Kekurangan pakan merupakan masalah yang sangat serius dan dapat menghambat perkembangan lebah yang berdampak pada penurunan produksi madu, polen, royal jelly dan lilin lebah. Agussalim dkk. (2017) menambahkan bahwa nektar merupakan cairan manis yang disekresikan oleh kelenjar nektaris tanaman yang dapat berkembang pada bunga, batang dan daun yang dapat dihisap oleh semut, burung, dan serangga termasuk lebah. Nektar mengandung air, glukosa, dan sukrosa sebagai sumber energi, protein sebagai sumber asam amino bagi lebah madu di dalam sarang. Kaliandra merupakan tanaman yang berbunga sepanjang tahun, sehingga mampu memenuhi kebutuhan pakan lebah madu. Nektar kaliandra banyak tersedia pada pagi hari sekitar pukul 06.00-10.00 banyak ditemukan lebah *Apis cerana*, *A. mellifera*, *Trigona sp*, dan tawon yang mengumpulkan nektar. Pukul 11.00-14.00 nektar kaliandra banyak yang menguap dan sangat sedikit aktivitas lebah yang mengumpulkan nektar. Melimpahnya ketersediaan nektar kaliandra pada pagi hari disebabkan sekresi nektar dari kelenjar nektaris sejak sore sampai malam hari. Jumlah nektar yang dapat dihasilkan oleh tanaman kaliandra tergantung pada

jumlah ranting dan cabang yang menunjukkan bahwa setiap ranting dan cabang kaliandra dapat menghasilkan bunga.

Karakteristik suhu lilin lebah dapat mempengaruhi sifat struktural penting seperti kekakuan, kekuatan, dan ketangguhan tergantung pada suhu variasi dan lingkungan. Lilin yang mereka hasilkan dapat terpapar oleh kondisi lingkungan yang berbeda. Lilin dari lebah madu yang berbeda akan menghasilkan lilin dengan sifat mekanik yang berbeda, selain itu perbedaan ini sesuai dengan perbedaan ekologi peneluran (Buchwald *et al.*, 2007).

Lingkungan mempengaruhi jumlah resin yang ada di dalam lilin lebah. Menurut Leonhardt (2010) bahwa kemampuan lebah untuk menangani getah tanaman yang lengket dan beracun sebagian mungkin membuat lebah mampu sejahtera dalam lingkungan yang lembab dan hangat seperti di daerah tropis yang basah. Lebah tanpa sengat memiliki resin yang menyerupai resin khas pohon yang berasal dari lingkungan mereka tinggal. Kimia resin memiliki hubungan yang erat antara lebah tanpa sengat dan pohon-pohon yang ada di habitat mereka.

1.5. Bahan dan Pembuatan Lilin lebah

Produk mentah untuk pembuatan lilin adalah sisir atau sarang lebah. Sisir yang lama harus dipisah dengan sisir yang baru karena sisir yang lebih baru menghasilkan lilin yang berkualitas tinggi. Semakin gelap sisir, maka semakin sedikit lilin yang dihasilkan. Sisir gelap mengandung propolis dan kepompong yang menurunkan kualitas lilin. Madu pada sisiran sebaiknya dibuang dari sisiran yang disimpan, hal ini akan mencegah fermentasi. Kualitas lilin lebah dipengaruhi oleh metode produksinya. Semakin bagus penanganannya maka

semakin bagus kualitas lilin lebah yang dihasilkan. Metode ekstraksi lilin lebah terbagi menjadi dua yaitu metode pelelehan dengan pemanasan, dan metode menggunakan ekstraksi kimia. Metode pemanasan untuk melelehkan lilin adalah metode yang paling banyak digunakan dalam prosedur. Lilin dapat leleh dengan air yang mendidih, penguapan, dan dengan tenaga listrik atau tenaga surya. Metode ekstraksi lilin dengan bahan kimia jarang digunakan. Metode ekstraksi secara kimia hanya dapat dilakukan di laboratorium dan lilin yang dihasilkan hanya untuk skala yang kecil. Pembuatan lilin dengan metode pemanasan di bawah 100°C hanya akan melarutkan lilin bebas saja, sedangkan lilin terikat hanya akan didapatkan dengan menekan dan mengekstraksi dengan pelarut. Sisiran setelah dilakukan pemisahan lilin murni masih mengandung sekitar 30% lilin terikat. Lilin yang tersisa dapat dipisahkan dengan pelarut, namun lilin ini tidak memiliki kualitas yang baik (Bogdanov, 2016).

Metode pembuatan lilin lebah menurut Bogdanov (2016) terdiri berbagai cara yaitu: ekstraksi dengan air panas menggunakan perendaman paksa. Sisiran ditempatkan dalam karung goni yang terikat erat. Karung diletakkan di dalam air yang telah dididihkan. Prinsipnya lilin lebih ringan dari air sehingga lilin akan naik ke permukaan. Setelah semua sisir meleleh, panci dibiarkan mendingin. Lilin akan memadat saat mendingin dan membentuk blok dipermukaan air. Sisa sampah di dalam karung dibuang.

Metode ekstraksi dengan air mendidih dan tekan lilin. Sisir ditempatkan ke dalam wadah 120 liter dengan 20 hingga 30 liter air mendidih dan dibiarkan mencair. Lilin yang telah mencair dimasukkan ke dalam mesin untuk ditekan. Metode gabungan uap dan ekstraksi tekan, keranjang logam berisi

sisiran tua dimasukkan kedalam tangki berisi air mendidih, kemudian ditutup dengan penutup kedap air. Sebuah piston akan mengarahkan hingga menekan sisir hingga mendidih selama satu jam. Lilin akan mengapung ke bagian atas tangki. Metode ekstraksi uap, sisiran dan bingkai dimasukkan ke dalam wadah. Lilin akan mengalir ke bagian bawah wadah dan dapat dikumpulkan. Metode ekstraksi sentrifugal, sisir dituangkan dalam air mendidih dan campuran yang telah mendidih dituangkan ke dalam keranjang lilin sentrifugal ekstraktor. Metode ini digunakan untuk unit yang lebih besar karena biaya operasional akan lebih mahal. Metode ekstraksi panas dengan elemen listrik. Sisir atau bingkai dipanaskan secara elektrik. Piringan didorong bersama, kemudian lilin akan mencair dan ditampung (Bogdanov, 2016)

Pembuatan lilin lebah diawali dengan pengambilan sarang lebah *Trigona sp.* Sarang lebah *Trigona sp.* banyak ditemukan di sela-sela kayu, batang pohon ataupun dinding. Terdapat berbagai bentuk sarang lebah ini diantaranya sarang dengan bentuk tabung dan bola. Semakin besar sarang yang dimiliki maka produksi madu dan lilin juga akan semakin tinggi (Putra dkk., 2014). Sarang lebah diambil dan dipanaskan dengan air sebanyak 2 liter. Pemanasan dilakukan menggunakan kompor dan panci hingga mendidih. Pendinginan dilakukan selama 2 jam hingga lilin beserta kotoran pada sarang akan terpisah dan mengeras. Dilakukan pencucian sarang lilin lebah sebagai perlakuan dalam penelitian ini. Pencucian dilakukan untuk memastikan lilin benar-benar bersih dari kotoran, kemudian lilin didinginkan hingga mengeras. Smith (1951) menyatakan bahwa pengambilan lilin dilakukan dengan menuangkan sarang lebah yang telah diencerkan dengan air panas ke dalam wadah yang telah dilapisi kain penyaring. Sebagian besar

sampah dan lilin akan tertinggal pada kain penyaring. Kain penyaring disiram dengan air mendidih untuk melarutkan lilin yang masih tertinggal di dalam saringan. Bagian lilin harus kerok setelah pendinginan. Lilin bisa dimurnikan dengan penyaringan panas. Kekuatan dan kekerasan lilin lebah meningkat setelah penyimpanan. Dalam waktu penyimpanan, koefisien kekerasan meningkat sebesar 61-74%.

2.5.1. Air

Air merupakan bahan yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan fungsinya tidak pernah dapat digantikan oleh senyawa lain. Air juga merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta cita rasa makanan. Bahkan dalam bahan makanan yang kering, seperti buah kering, tepung serta biji-bijian, terkandung air dalam jumlah tertentu. Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan kesegaran, dan daya tahan bahan itu. Sebagian besar dari perubahan-perubahan bahan makanan terjadi dalam media air yang ditambahkan atau yang berasal dari bahan itu sendiri (Winarno, 1997)

Air sumur mengandung banyak mineral. Sebagian besar air harus diproses untuk mengurangi kandungan mineralnya, dan untuk menghilangkan bakteri atau bahan kimia yang tidak diinginkan. Sebagian besar air mineral mengandung lebih dari satu kandungan mineral baik dalam persentase yang besar atau kecil. Komponen mineral dalam air mineral sangat bervariasi, secara singkat mineral yang biasa ditemukan adalah besi, magnesium, kalsium, dan seng. Jenis mineral dalam air mineral tergantung pada sumbernya (Kabilan, Mughilan dan Sivaneswari, 2012).

Air sering dimasukkan dalam proses pembuatan lilin. Kelebihan air adalah bisa dihilangkan dengan pemanasan sekitar 105° C. Pembentukan busa pada lilin lebah *Trigona sp.* bisa dicegah dengan menggunakan silikon, saat tidak ada lagi gelembung naik ke permukaan, lilin tersebut bebas dari air. Lilin lebih ringan dari air, sehingga lilin akan mengapung di permukaan dan tanah akan tenggelam di bagian bawah.

1.6. Kualitas Fisikokimia

Kualitas fisikokimia lilin lebah dapat digunakan sebagai parameter penentuan kualitas lilin lebah. Proses pemanasan dan perbedaan tingkat pencucian pada lilin berpengaruh terhadap kualitas fisik maupun kualitas kimia. Sifat fisika (sifat fisik), yaitu sifat yang berhubungan dengan penampilan fisik yang biasanya dapat diamati dari luar materi. Sifat fisik ini tidak menyebabkan terbentuknya zat lain. Sifat kimia, yaitu sifat khas yang menjadi identitas dasar materi yang dapat diamati di dalam materi tersebut. Sifat kimia ini berhubungan dengan perubahan menjadi zat lain (menyebabkan terbentuknya zat lain). Kualitas fisik yang diamati berupa tekstur, rendemen dan daya bakar. Sedangkan kualitas kimia yang diamati adalah kadar air dan kadar lemak.

2.6.1. Kualitas Fisik

2.6.1.1. Rendemen

Pengujian yang dilakukan adalah uji rendemen. Rendemen adalah hasil akhir dari proses pengolahan yang dilakukan terhadap bahan. Karena itu rendemen erat hubungannya dengan komposisi bahan hasil olahan, seperti kadar air, kadar lemak (Sylvi, 1997). Perbedaan tingkat pencucian memiliki pengaruh terhadap kandungan lemak, dan kandungan air

sehingga dapat dilihat penurunan atau peningkatan rendemen yang dihasilkan.

Rendemen hasil ekstraksi sarang lebah madu *Trigona sp.* berwarna coklat hingga coklat tua dan berbentuk pasta. Rendemen hasil ekstraksi sarang lebah madu *Trigona sp.*, yaitu kantong polen 47%, kantong madu 49,74%, kantong telur 40,92%, penutup sarang 39,05% dan campuran keseluruhan sarang (*mix*) 42,74%. Hasil ekstraksi sarang lebah madu tidak lebih dari 50% karena kandungan lilin/ *wax* tinggi yang memiliki kadar karbon tinggi, yaitu kantong polen 29,54%, kantong madu 37,69%, kantong telur 18,85%, penutup sarang 26,56% dan campuran keseluruhan sarang (*mix*) 33,33% (Yuliana dkk., 2015).

Sumber daya utama yang dikumpulkan oleh lebah tanpa sengat adalah serbuk sari dan nektar, tetapi lebah tersebut juga mengumpulkan sumber daya lainnya seperti getah, minyak, air, bangkai, tanah, kayu busuk, kulit kayu, lumpur, kotoran spora, darah, cat, garam, getah dan resin tanaman untuk nutrisi dan konstruksi sarang (Leonhardt, 2010). Menurut Millborrow *et al.* (1987) bahan padat dalam lilin *Trigona sp.* terdiri dari serbuk sari, butiran pasir yang ditinggalkan rayap di pohon, bulu-bulu, dan sisa-sisa dari pakan. Jumlah bahan padat yang ada di dalam lilin bervariasi dari 16 hingga 30%.

2.6.1.2. Waktu bakar

Waktu bakar lilin yaitu lamanya lilin terbakar sehingga menimbulkan nyala api dan habis terbakar. Menurut Raharja dkk. (2006) waktu bakar adalah selang waktu yang menunjukkan daya tahan lilin dibakar sampai habis. Waktu bakar diperoleh dari selisih antara waktu awal pembakaran dan waktu saat sumbu lilin habis terbakar (api pada). Menurut

Subagyo (2015), api adalah persenyawaan antara suatu bahan/ bahan bakar dengan oksigen pada temperatur tertentu, prosesnya timbul nyala, suara dan cahaya, sebagaimana ditunjukkan dalam persamaan berikut : *Bahan bakar + oksigen (di udara) $CO_2 + O_2 + kalor + cahaya$* . Api berkembang secara bertahap, mulai dari menyala, membesar, menghasilkan gas dan asap dari bahan yang terbakar. Dalam suatu proses pembakaran secara teknis terjadi tiga proses tahapan yaitu tahap penyalan dan pertumbuhan, tahap pembakaran, dan tahap surut. Suatu proses pembakaran, tidak semua tahap perkembangan api akan selalu terlalui, atau proses pembakaran mencapai semua tahap. Hal tersebut sangat bergantung dari kualitas dan kapasitas tiga unsur pembentukan api. Api dapat dijelaskan sebagai hasil reaksi cepat dari material terbakar, oksigen dan energi awal. Ketiga unsur tersebut adalah yang membentuk api. Karakteristik pertumbuhan dan penyebaran api, sama seperti penyalan api, kecepatan penyebaran, pemancaran panas, asap dan gas berbahaya, ditentukan oleh banyak faktor antara lain kondisi lingkungan, geometris ruangan, jarak antara sumber api ke material yang terbakar, volume material dan karakteristik material.

Daya bakar lilin lebah aroma terapi yang paling cepat menurut Sandri dkk. (2016) rata-rata 71 menit dengan ukuran diameter lilin 3 – 3,5 cm dan tinggi 2,5 cm. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya tahan lilin diantaranya letak sumbu, apabila letak sumbu terpusat maka lelehan lilin merata dan daya tahan lilin baik. Komposisi lilin dan wadah lilin saat pembakaran juga berpengaruh. Perbandingan komposisi bahan pada lilin juga mempengaruhi waktu bakar lilin. Semakin lama

waktu bakar menunjukkan semakin lama waktu bakar yang diperlukan maka kualitas lilin semakin baik.

Waktu bakar lilin juga dipengaruhi oleh adanya fraksi stearin yang merupakan bahan baku pembuatan *palm wax* akan meningkatkan kepadatan, kristalisasi lilin serta kekerasan sehingga pada saat pembakaran lilin tersebut tidak cepat meleleh. Hal ini dikarenakan dari sifat fisik bahan yang mempunyai ikatan jenuh sehingga mempunyai titik leleh yang tinggi (Raharja dkk., 2006).

2.6.1.3. Tekstur

Tekstur adalah nilai raba pada suatu permukaan, baik nyata maupun semu. Suatu permukaan mungkin kasar, halus, keras, atau lunak, kasar atau licin. Tekstur merupakan karakter nilai raba yang dapat dirasakan secara fisik dan secara imajiner. Tekstur lunak ketika diraba secara fisik memang menunjukkan suatu yang lunak, sedangkan tekstur semua hanya nampak oleh mata karakternya lunak namun ketika diraba tidak dapat dirasakan sebagaimana yang dilihat sehingga tekstur semacam ini hanya memberi kesan imajinatif pada perasaan. Tekstur didefinisikan sebagai suatu kelompok karakteristik fisik yang timbul dari elemen struktur bahan yang dirasakan oleh indera perasa. Terdapat tiga dimensi tekstur yaitu sifat sensoris, berhubungan dengan struktur bahan, dan sifat multidimensi yang menggambarkan sejumlah karakteristik (kekerasan, kelunakan, dan lain-lain). Perubahan tekstur saat penyimpanan dapat disebabkan perubahan kadar air yang akhirnya berpengaruh pada kekerasan bahan tersebut. *Hardness* merupakan sifat yang berhubungan dengan gaya yang digunakan untuk menekan produk. *Hardness* juga dapat diartikan tingkat kekerasan suatu bahan. Dalam bahan pangan

hardness dapat ditentukan dengan kemudahan atau tidaknya untuk digigit (Ryan *et al.*, 2002).

Produk lilin lebah biasanya menghasilkan struktur yang halus, tidak lengket di gigi ketika digigit, tidak lengket di pisau ketika dipotong. Kandungan air dalam lilin lebah $< 1\%$, titik leleh lilin lebah berkisar $63 - 65^{\circ}\text{C}$, titik beku $60 - 63^{\circ}\text{C}$ (Bogdanov, 2016). Struktur lilin lebah juga mempengaruhi teksturnya, lilin lebah yang dihasilkan memiliki kualitas yang lebih bagus, bertekstur lembut dan sangat baik bagi lingkungan (Nilotma, 2014). Tekstur dipengaruhi oleh banyaknya kadar air dan kadar lemak dalam bahan (Cahyono dan Yuwono, 2015). Adiyastiti (2014) juga menyatakan bahwa kadar air dan kadar lemak dalam bahan mempengaruhi tekstur.

2.6.2. Kualitas Kimia

2.6.2.1 Kadar air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam sampel sebagai persen bahan kering (Pasaribu, Gusmailina dan Pangesta, 2016). Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan dapat dinyatakan dalam berat basah (*wet basis*) atau berat kering (*dry basis*). Menurut Riyanti dan Anggrika (2008) kadar air dalam kayu bakar faktor yang berpengaruh terhadap perilaku api, terutama dalam kecepatan pembakaran dan kemampuan terbakar dari kayu bakar. Semakin tinggi kadar air bahan bakar semakin banyak panas yang diperlukan untuk mengeluarkan air dari bahan bakar. Hasilnya, terjadi penurunan kecepatan pembakaran dan flamabilitas dari bahan bakar tersebut. Oleh sebab itu kadar air sering digunakan dalam prediksi perilaku api.

Kadar air dalam lilin lebah didapatkan dari hasil penambahan air pada proses pencucian, maupun air yang berasal dari sarang lebah *Trigona sp.* Kadar air sengaja dihilangkan melalui proses pengeringan dengan oven untuk memperpanjang daya simpan suatu produk. Peranan air dalam bahan pangan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas enzim, mikroba, kimiawi, sehingga menimbulkan perubahan sifat organoleptik. Air dalam bahan pangan dinyatakan dalam persentase kadar air atau kelembaban. Kadar air awal produk diukur dari produk yang baru diproses (*freshly processed product*). Kadar air kritis adalah kadar air pada kondisi dimana produk pangan mulai tidak dapat diterima secara organoleptik.

2.6.2.2. Kadar lemak

Lemak terbentuk dari asam lemak dan gliserol dan merupakan makronutrin. Lemak merupakan salah satu kelompok golongan lipida yang dicirikan dengan daya larutnya pada pelarut organik seperti eter, benzene, dan kloroform. Hampir semua bahan pangan banyak mengandung lemak dan minyak terutama bahan yang berasal dari hewan (Winarno dalam Amrullah, 2015).

Pengukuran kadar lemak dilakukan untuk mengetahui jumlah lemak yang terkandung di dalam lilin. Menurut Indarti (2007) proses pemanasan akan meningkatkan rendemen lemak sekitar 2% hingga 3%. Kewas (2013) menyatakan bahwa kandungan lemak/ minyak kelapa mempengaruhi perilaku api yang dilihat dari reaksi pembakaran. Semakin tinggi kandungan minyak kelapa pada bahan bakar maka semakin tinggi kebutuhan udara yang dibutuhkan pada saat reaksi

pembakaran, sehingga tidak terjadi pembakaran yang sempurna.

Turnip (2003) menyatakan bahwa pembakaran dipengaruhi oleh stearin dan parafin. Kandungan stearin yaitu tristearin, gliseril, tristearat). Lemak ini terdapat dalam lemak nabati atau hewani. Stearin digunakan sebagai bahan baku pembuatan lilin. Komposisi berbagai asam lemak dalam sterin adalah asam laurat (C12), asam miristat (C14), asam palmitat (C16), asam stearat (C18), asam oleat (C18.1), asam linoleat (C18.2), asam linolenat (C18.3), dan asam arakhidat (C20). Parafin merupakan suatu hidrokarbon yang bentuknya dapat berupa gas tidak berwarna.



BAB III

MATERI DAN METODE PENELITIAN

1.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 10 April – 20 Juni 2018 berlokasi di Laboratorium Produksi Fakultas Peternakan Universitas Islam Malang untuk pembuatan lilin lebah dan pengujian waktu bakar, Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Islam Malang untuk pengujian kadar air, dan Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang untuk pengujian kadar lemak lilin lebah.

1.2. Materi Penelitian

Materi penelitian ini menggunakan sarang lebah *Trigona* sp. yang diperoleh dari Peternakan lebah Kembang Joyo di Karang Ploso. Lilin lebah berasal dari sarang lebah yang diperoleh dari peternakan lebah madu Kembang Joyo yang beralamat di Karang Ploso, Malang. Bahan lainnya yang digunakan seperti air. Alat yang digunakan antara lain kompor, panci berukuran 5 liter, gelas ukur, termometer, kain penyaring, batang pengaduk, sumbu, dan cetakan lilin.

1.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang digunakan yaitu 4 perlakuan dengan 4 ulangan.

Perlakuan yang diberikan terdiri dari:

P1: Sarang lebah *Trigona sp.* 200 g + Air 2 liter 1 kali pencucian

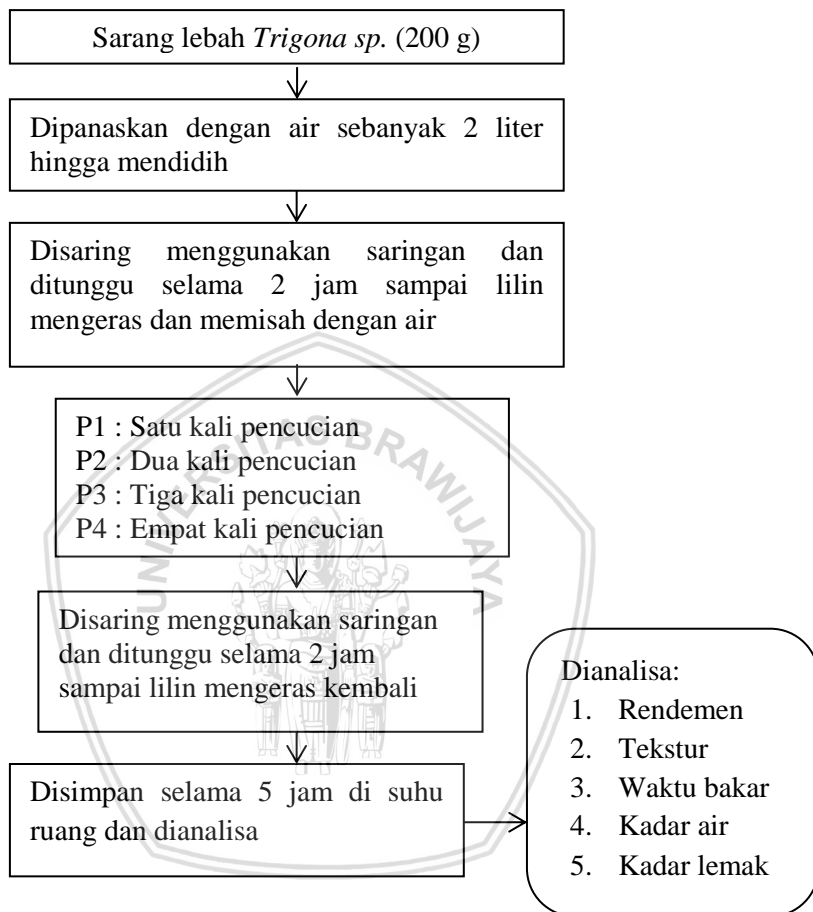
P2: Sarang lebah *Trigona sp.* 200 g + Air 2 liter 2 kali pencucian

P3: Sarang lebah *Trigona sp.* 200 g + Air 2 liter 3 kali pencucian

P4: Sarang lebah *Trigona sp.* 200 g + Air 2 liter 4 kali pencucian

1.4. Prosedur Penelitian

Sebelum dilakukan penelitian, dilakukan pra penelitian yang bertujuan untuk menentukan konsentrasi air pada saat pemanasan. Tahapan pembuatan lilin secara berurutan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 1. Skema prosedur penelitian

1.5. Variabel Pengamatan

Variabel yang diuji pada penelitian ini adalah rendemen, tekstur, waktu bakar, kadar air, dan kadar lemak.

Pengujian sampel lilin lebah sebagai berikut:

1. Rendemen suatu bahan adalah hasil akhir dari proses pengolahan yang dilakukan terhadap bahan. Karena itu rendemen erat hubungannya dengan komposisi bahan hasil olahan, seperti kadar air, kadar lemak (Sylvi, 1997). Semakin besar rendemen yang dihasilkan maka semakin efisien perlakuan yang diberikan. Rendemen dihitung berdasarkan perbandingan antara sarang lilin lebah dan lilin yang terbentuk setelah beberapa tingkat proses pencucian.
2. Tekstur pengujian tekstur dilakukan dengan kuisiometer. Kuisiometer merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab. Kuisiometer yang digunakan oleh peneliti sebagai instrumen penelitian, metode yang digunakan adalah dengan kuisiometer tertutup. Instrumen kuisiometer harus diukur validitas dan reliabilitas datanya sehingga penelitian tersebut menghasilkan data yang valid dan *reliable*. Instrumen yang valid berarti instrumen tersebut dapat dipergunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur, sedangkan instrumen yang *reliable* adalah instrumen yang apabila digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama akan menghasilkan data yang sama pula. Instrumen yang digunakan untuk mengukur variabel penelitian dengan menggunakan skala hedonik 5 point (Prasetyo dan Jannah, 2006).

Jawaban responden berupa pilihan dari lima alternatif yang ada, yaitu :

1. 1 : Sangat keras
2. 2 : Keras
3. 3 : Sedang
4. 4 : Lunak
5. 5 : Sangat lunak

Masing-masing jawaban memiliki nilai sebagai berikut:

1. Sangat keras : 1
2. Keras : 2
3. Sedang : 3
4. Lunak : 4
5. Sangat lunak : 5

Validasi berarti kemurnian alat ukur dengan apa yang hendak diukur, artinya alat ukur yang digunakan dalam pengukuran dapat digunakan untuk mengukur apa yang hendak diukur. Jadi validitas adalah seberapa jauh alat dapat mengukur hal atau objek yang ingin diukur reabilitas artinya memiliki sifat yang dapat dipercaya. Suatu alat diukur dikatakan memiliki reabilitas apabila digunakan berkali-kali oleh peneliti yang sama atau oleh peneliti lain akan tetapi memberikan hasil yang sama. Reabilitas adalah seberapa jauh konsistensi alat ukur untuk dapat memberikan hasil yang sama dengan mengukur dalam hal objek yang sama.

3. Waktu bakar adalah selang waktu yang ditunjukkan daya tahan lilin dibakar sampai habis. Lilin diukur sama rata dengan tinggi 1,5 cm dan diameter 4 cm, kemudian diletakkan didalam gelas dan dibakar secara bersama-sama

dengan dimulai hitungan waktu menggunakan Stopwatch (Sandri dkk., 2016).

4. Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam sampel sebagai persen bahan kering. Penentuan kadar air pada lilin menggunakan metode pengeringan dengan oven. Sebanyak 2 g contoh ditimbang secara teliti dalam cawan alumunium yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya. Cawan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105-110 °C selama 3 jam. Cawan dikeluarkan dan didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang. Pengeringan dilanjutkan lagi dan setiap setengah jam didinginkan dan ditimbang sampai diperoleh bobot konstan. Kadar air dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Kadar air: } \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

5. Kadar lemak total diukur dengan cara ekstraksi menggunakan alat ekstraksi soxhlet (Harsita, Sumarmona, dan Hantoro, 2013). Contoh bekas analisis kadai air ditimbang 2 g sampai 3 g, kemudian dibungkus dengan kertas saring yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan soxhlet yang dihubungkan dengan pendingin balik, labu lemak yang berisi beberapa butir batu didih dan hot palet. Pelarut yang digunakan adalah eter dengan volume setengah volume labu didih atau sekitar 250 ml eter. Ekstraksi dilakukan selama 5 sampai 6 jam atau sekitar 60 kali putaran. Sampel yang telah terestrak minyaknya dikeringkan dalam oven serta ditimbang bobotnya sampai

diperoleh bobot konstan. Kadar lemak dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Kadar lemak: } \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

1.6. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (*Analysis of variance* / ANOVA) dengan rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila ada perbedaan maka dianalisis lanjut dengan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) menurut Yitnosumarto (1990).

1.7. Batasan Istilah

1. Lilin lebah : Kelenjar bening yang dihasilkan oleh lebah pekerja dan dikeluarkan melalui kelenjar lilin yang terletak diantara segmen ke-4 dan ke-7 pada permukaan bawah abdomen (Bogdanov, 2016)
2. Sisiran : Sarang lebah
3. *Trigona sp.* : Jenis lebah madu yang sering disebut klanceng. Lebah ini merupakan lebah tanpa sengat (*stingless bee*) (Djajasaputra, 2010)
4. Pencucian : Proses pemanasan sarang lebah dengan air pada suhu 65°C selama 5 menit

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian pengaruh tingkat pencucian terhadap rendemen, waktu bakar, tekstur, kadar air, dan kadar lemak lilin lebah *Trigona sp.*, disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rendemen, waktu bakar, tekstur, kadar air, dan kadar lemak lilin lebah *Trigona sp.*

Perlakuan	Variabel yang diamati				
	Rendemen (%)	Waktu Bakar (menit/cm ³)	Tekstur	Kadar Air (%)	Kadar Lemak (%)
1	32,5	3,30	3	41,37	79,50
2	21,4	4,07	3	39,37	83,75
3	15,7	1,69	3	39,50	87
4	12,0	1,27	3	38,12	89

1.1. Pengaruh Tingkat Pencucian terhadap Rendemen

Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap rendemen lilin sarang lebah *Trigona sp.* pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata perlakuan yang diamati memberikan pengaruh yang sangat nyata. Perlakuan satu kali pencucian (P1) menunjukkan hasil rendemen tertinggi yaitu dengan rata-rata 32,5%, kemudian lilin sarang lebah *Trigona sp.* dua kali pencucian sebanyak 21,4%, lalu lilin sarang lebah *Trigona sp.* tiga kali pencucian sebesar 15,7%, dan yang paling rendah nilai rendemen adalah lilin sarang lebah *Trigona sp.* empat kali pencucian sebanyak 12%. Hal ini sesuai dengan

pernyataan Yuliana dkk., (2015) bahwa hasil ekstraksi sarang lebah *Trigona sp.* tidak lebih dari 50%. Keempat perlakuan menunjukkan nilai rendemen dibawah 50%.

Rendemen merupakan rasio berat antara lilin dengan sarang lebah *Trigona sp.* perhitungan rendemen lilin sarang lebah *Trigona sp.* digunakan untuk memperkirakan banyaknya lilin yang dihasilkan oleh sarang lebah *Trigona sp.* yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah lilin yang dihasilkan dalam sarang lebah *Trigona sp.* Menurut Leonhardt (2010) bahwa sisa bagian lebah dari resin tanaman sering ditemukan di dalam lilin lebah. Lilin lebah tanpa sengat menggabungkan berbagai bahan seperti propolis, lumpur, kotoran, dan serat tumbuhan ke dalam sarang mereka. Hasil rendemen menunjukkan bahwa nilai rendemen lilin sarang lebah *Trigona sp.* mengalami penurunan setelah mengalami proses pencucian. Semakin banyak tingkat pencucian maka rendemen lilin sarang lebah *Trigona sp.* yang diperoleh akan semakin turun. Penurunan rendemen ini dapat disebabkan karena pada saat proses pencucian dengan air, komponen pada sarang lebah banyak terlarut seperti kotoran, serbuk sari, dan komponen lainnya yang ikut terlarut bersama air pencucian.

Lilin sarang lebah *Trigona sp.* memiliki rendemen dengan warna cokelat gelap. Warna lilin dipengaruhi oleh komposisi lilin tersebut. Bogdanov (2016) menyatakan bahwa warna sarang lebah berpengaruh terhadap persentase lilin di dalamnya. Sarang lebah yang berwarna kuning memiliki persentase kandungan lilin paling banyak yaitu 86-100 %. Sarang lebah berwarna cokelat memiliki persentase kandungan lilin sebesar 60%, warna cokelat kehitaman 49% dan warna hitam 46%. Milborrow *et al.* (1987) juga menambahkan bahwa lilin lebah *Trigona sp.* tidak memiliki warna tetapi

meninggalkan residu padat berwarna coklat gelap yang terdiri dari 12-36% dari berat rendemen yang dihasilkan. Bahan padat dalam lilin lebah *Trigona sp.* terdiri dari serbuk sari, butiran pasir yang ditinggalkan rayap dipohon, bulu-bulu, dan sisa-sisa dari pohon.

Rendemen lilin sarang lebah dipengaruhi oleh umur sarang lilin lebah, semakin muda umur sarang yang digunakan maka akan semakin banyak lilin yang dihasilkan. Hal ini sependapat dengan Junus (2017) bahwa umur sisir juga mempengaruhi banyaknya lilin yang dihasilkan. Sisir merupakan bagian penting dari produksi lilin. Umur sisir/ sarang yang digunakan sebagai bahan utama dalam penelitian ini adalah 3-4 bulan. Sisiran tergolong muda karena digunakan untuk sekali panen. Sarang lebah *Trigona sp.* di peternakan Kembang Joyo hanya digunakan untuk sekali produksi.

Sarang lebah *Trigona sp.* yang digunakan dalam penelitian ini diambil pada musim kemarau ketika cuaca sedang panas. Sehingga produksi lilinnya diharapkan pada saat lebah *Trigona sp.* memproduksi secara maksimal. Beberapa penelitian terdahulu menyatakan bahwa suhu lingkungan mempengaruhi produksi lilin yang dihasilkan. Menurut Bogdanov (2016) produksi lilin pada suatu koloni dipengaruhi beberapa faktor yaitu aliran nektar, ratu lebah, adanya serbuk sari sebagai sumber protein dan suhu. Suhu di atas 15° C mendukung aktivitas pembuatan sisiran. Selain itu Junus (2017) juga menambahkan bahwa lilin lebah banyak diproduksi pada saat suhu meningkat. Prosesnya secara rinci belum diketahui, tetapi dapat diperkirakan bahwa ester berasal dari lemak tubuh yang berada di sekitar kelenjar lilin, sedangkan asam hidroksi dan paraffin diproduksi dari *oonocyt* yang terdapat di sekitar sel-sel lemak tubuh. Secara umum lilin dibentuk dari gula yang

terdapat di dalam madu dan protein dari tubuh lebah. Protein diperlukan untuk memproduksi enzim sebagai proses katalisnya. Selain dari suhu, aliran nektar dan ketersediaan serbuk sari mempengaruhi produksi lilin. Lebah *Trigona sp.* yang digunakan dalam penelitian ini mengkonsumsi nektar dari kaliandra. Kaliandra merupakan tanaman yang berbunga sepanjang tahun. Menurut Agussalim dkk. (2017) Kaliandra dapat berbunga sepanjang tahun, sehingga mampu memenuhi kebutuhan pakan lebah madu. Nektar kaliandra banyak tersedia pada pagi hari sekitar pukul 06.00 – 10.00 dimana banyak ditemukan lebah *Apis cerana*, *A. mellifera* dan *Trigona sp.* yang mengumpulkan nektar. Kaliandra merupakan sumber nektar paling potensial bagi lebah madu. Dengan demikian diharapkan ketersediaan pakan lebah akan terpenuhi sepanjang tahun, sehingga tidak mempengaruhi produksi lilin yang dihasilkan.

1.2. Pengaruh Tingkat Pencucian terhadap Waktu Bakar

Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap waktu bakar lilin sarang lebah *Trigona sp.* pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata perlakuan yang diamati memberikan pengaruh sangat nyata terhadap waktu bakar lilin sarang lebah *Trigona sp.* Pengujian waktu bakar dilakukan dengan menghitung waktu yang digunakan lilin dari awal lilin dihidupkan hingga nyala api lilin mati. Semakin lama waktu yang digunakan lilin menyala maka semakin besar waktu bakar yang dimiliki oleh lilin tersebut.

Perlakuan dua kali pencucian (P2) menghasilkan waktu bakar terbaik yaitu dengan rata-rata $4,07 \text{ menit/cm}^3$, disusul oleh perlakuan satu kali pencucian (P1) $3,3 \text{ menit/cm}^3$, tiga kali pencucian (P3) $1,69 \text{ menit/cm}^3$, dan empat kali pencucian

(P4) 1,27 menit/cm³. Lilin dengan waktu bakar terbaik yaitu pada perlakuan dua kali pencucian. Waktu bakar dipengaruhi oleh kandungan hidrokarbon yang terdapat di dalam lilin. Semakin tinggi hidrokarbon yang dimiliki maka nyala api akan semakin besar. Nyala api yang besar akan mempengaruhi kecepatan lilin habis terbakar. Perlakuan empat kali pencucian (P4) menghasilkan lilin yang lebih murni daripada perlakuan hanya dengan satu kali pencucian (P1). Semakin murni lilin, maka semakin tinggi hidrokarbon di dalam lilin tersebut. Perlakuan empat kali pencucian (P4) menghasilkan lilin yang lebih murni daripada perlakuan satu kali pencucian sehingga P4 memiliki kandungan hidrokarbon yang lebih tinggi. Tingginya kandungan hidrokarbon pada P4 menjadikan lilin pada perlakuan ini menghasilkan nyala api yang lebih besar dan sehingga lilin lebih cepat terbakar dan mudah habis. Berbeda dengan perlakuan dua kali pencucian (P2) yang merupakan hasil daya bakar terbaik. Banyaknya ampas di dalam sampel P2 membantu memperlambat proses pembakaran sehingga waktu terbakarnya lilin semakin lama dan lilin tidak cepat habis terbakar. Sedangkan perlakuan satu kali pencucian (P1) tidak memberikan hasil terbaik disebabkan kandungan ampas yang dihasilkan terlalu banyak sehingga hidrokarbon dalam lilin menjadi lebih sedikit.

Lilin *Trigona sp.* jauh lebih sederhana dalam komposisi daripada *Apis mellifera*. Komponen utama lilin lebah adalah alkana, asam lemak, dan ester arantai panajng. Komponen senyawa tersebut mempengaruhi waktu bakar lilin. Menurut Turnip (2003) pencampuran stearin pada parafin bertujuan untuk meningkatkan lama waktu bakar lilin. Penambahan stearin yang lebih banyak pada parafin menghasilkan produl lilin dengan waktu bakar yang lebih lama. Stearin merupakan

(tristearin, gliseril, tristearat). Lemak ini terdapat dalam lemak nabati atau hewani. Komposisi berbagai asam lemak dalam stearin adalah asam laurat (C12), asam miristat (C14), asam palmitat (C16), asam stearat (C18), asam oleat (C18.1), asam linolea (C18.2), asam linileat (C18.3) dan asam arakhidat (C20). Sedangkan parafin merupakan suatu hidrokarbon yang bentuknya dapat berupa gas dan tidak berwarna, cairan putih, atau bentuk padat dengan titik cair rendah. Umumnya parafin terkandung dalam minyak bumi yang struktur molekulnya terdiri dari oktadekana, heksakontana, iso-parafin, sedikit siklo-parafin dan senyawa aromatik. Komposisi lainnya yang terkandung dalam lilin lebah selain dari propolis adalah ester. Menurut Blomquist *et al.* (1985) ester lilin mengandung alkohol primer C16 hingga C30, dimana tetracosanol, hexacosanol dan octocosanol adalah komponen utama. Bagian asam lemak dari ester lilin memiliki panjang rantai 12 hingga 30 karbon yang terdiri dari 30% dari fraksi. Sebagian alkohol primer berkisar antara C24 hingga C30 dengan komponen C24, C26, dan C28 yang mendominasi.

Beberapa faktor yang mempengaruhi daya bakar lilin menurut Sandri dkk. (2016) diantaranya letak sumbu, apabila letak sumbu terpusat maka lelehan lilin merata dan daya tahan lilin baik. Komposisi lilin dan wadah lilin saat pembakaran juga berpengaruh. Perbandingan komposisi bahan pada lilin juga mempengaruhi waktu bakar lilin. Semakin lama waktu bakar menunjukkan semakin lama waktu bakar yang diperlukan maka kualitas lilin semakin baik. Hasil penelitian pada lilin lebah *Trigona sp.* menunjukkan bahwa letak sumbu lilin tidak mempengaruhi waktu bakar. Lilin *Trigona sp.* dapat terbakar walaupun sumbu sudah habis terbakar. Lilin akan tetap menyala walaupun sumbu sudah habis terbakar.

Kandungan senyawa hidrokarbon yang dimiliki lilin *Trigona sp* jauh lebih besar daripada lilin yang dimiliki oleh *beeswax* dari *Apis mellifera* dan *Apis cerna*. Menurut Millborrow *et al.* (1987) kandungan hidrokarbon di dalam lilin *Trigona* adalah 89,9%, sedangkan pada lilin dari lebah *Apis mellifera* hanya 14%. Hal inilah yang menyebabkan lilin akan tetap menyala apabila sumbu lilin sudah habis terbakar. Lilin akan habis terbakar sampai tidak ada padatan lilin yang tersisa.

1.3. Pengaruh Tingkat Pencucian terhadap Tekstur

Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap tekstur lilin sarang lebah *Trigona sp.* pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata perlakuan yang diamati tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tekstur lilin sarang lebah *Trigona sp.* Pengujian tekstur dilakukan dengan menggunakan metode angket (kuisisioner) dengan penilaian secara kuantitatif. Penilaian secara kuantitatif dilakukan dengan menghitung banyaknya jumlah responden yang memilih dan memberi nilai pada sampel. Instrumen yang digunakan untuk mengukur variabel penelitian dengan menggunakan skala hedonik 5 point. Jawaban responden berupa pilihan dari lima alternatif yang ada, yaitu 1 (sangat keras), 2 (keras), 3 (sedang), 4 (lunak), dan 5 (sangat lunak).

Jumlah responden pada uji tekstur adalah sebanyak 36 orang yang terdiri dari 6 orang dosen ahli dan 30 mahasiswa. Setiap responden diminta untuk memberi nilai pada masing-masing sampel dengan melihat tekstur sampel. Jika dilihat pada tabel, semua rata-rata perlakuan menunjukkan nilai 3 (sedang). Berdasarkan hasil uji tersebut dapat disimpulkan bahwa semua sampel memiliki tekstur yang sama yaitu tekstur sedang, tidak terlalu keras dan tidak terlalu lunak. Tekstur

merupakan ciri suatu bahan sebagai akibat perpaduan dari beberapa sifat fisik yang meliputi ukuran, bentuk, jumlah dan unsur-unsur pembentukan bahan yang dapat dirasakan oleh indera perabaan dan perasa (Midayanto dan Yuwono, 2014).

Tekstur produk merupakan parameter penting untuk berbagai jenis produk tekstur merupakan salah satu faktor penting yang menentukan produk. Berdasarkan hasil uji tekstur didapatkan hasil bahwa semua tekstur memiliki nilai 3 yang berarti tekstur yang dipilih responden adalah sedang. Tektur sedang dapat diartikan bahwa tektur yang dimiliki lilin lebah *Trigona sp.* tidak keras dan tidak lunak. Keempat perlakuan tidak memberikan hasil berbeda nyata, sehingga perlakuan satu kali pencucian, dua kali pencucian, tiga kali pencucian, dan empat kali pencucian menghasilkan tekstur yang sedang. Menurut Cahyono dan Yuwono (2015) tekstur dipengaruhi oleh banyaknya kadar air dan kadar lemak dalam bahan. Adiyastiti (2014) juga menyatakan bahwa kadar air dan kadar lemak dalam bahan mempengaruhi tekstur.

Tekstur sedang pada lilin sarang lebah *Trigona s.p* diakibatkan karena banyaknya kandungan air di dalam lilin sehingga tekstur yang terbentuk cenderung tidak terlalu keras seperti lilin dari lebah *Apis mellifera* pada umumnya. Selain itu banyaknya bahan padat dari sarang lebah yang tercampur ke dalam lilin mempengaruhi tekstur lilin menjadi sedang. Menurut Milborrow *et al.* (1987) terdapat bahan padat di dalam lilin *Trigona sp.* Bahan padat tersebut terdiri dari serbuk sari, butiran pasir yang ditinggalkan rayap di pohon, bulu-bulu, dan sisa-sisa dari pohon. Jumlah bahan padat yang ada di dalam lilin bervariasi dari 16 hingga 30%. Sarang lebah *Trigona sp.* tidak kuat dan kaku seperti yang dimiliki *Apis mellifera* karena mereka tidak mengandung banyak madu.

Selain itu karakteristik tekstur lain yang dimiliki lilin *Trigona sp.* adalah lengket. Smith (1951) menambahkan bahwa lilin *Trigona sp.* memiliki karakteristik yang lengket. Jika lilin diletakkan pada kedua jari tangan maka lilin akan keluar, bentuk lilin seperti permen karet yang telah dikunyah. Selain itu, tekstur lilin yang dihasilkan oleh lebah *Trigona sp.* berbeda dengan tekstur lilin lebah lainnya yang cenderung memiliki tekstur yang keras. Hal ini dikarenakan struktur penyusun lilin *Trigona* tidak menyatu dan tercampur oleh zat asing. Buchwald *et al.* (2007) menjelaskan struktur terbentuknya lilin ini terdiri dari campuran yang biasanya tidak mengandung berat substansial. Sebaliknya, lebah madu (*Apis*) lilin dibentuk menjadi satu, sehingga sisiran sangat berbobot dan tidak dicampur dengan zat asing.

Karakteristik suhu lilin lebah dapat mempengaruhi sifat struktural penting seperti kekakuan, kekuatan, dan ketangguhan tergantung pada suhu variasi dan lingkungan. Lilin yang mereka hasilkan dapat terpapar oleh kondisi lingkungan yang berbeda (Buchwald *et al.*, 2007). Pengumpulan data responden dilakukan pada kondisi suhu yang cenderung sama yaitu pada suhu ruang. Sehingga tidak berdampak pada perubahan tekstur lilin lebah akibat perbedaan suhu lingkungan responden.

1.4. Pengaruh Tingkat Pencucian terhadap Kadar Air

Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap kadar air lilin sarang lebah *Trigona sp.* pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata perlakuan yang diamati tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air. Air merupakan bahan utama pada proses pencucian. Air sangat berpengaruh terhadap penentuan mutu suatu produk. Hasil pengujian nilai kadar air

pada lilin lebah *Trigona sp.* dari beberapa tingkat pencucian ditunjukkan grafik pada gambar 8.

Tingginya nilai kadar air, dapat disebabkan karena pengaruh pencucian menyebabkan nilai kadar air semakin meningkat. Naiknya nilai kadar air setelah dilakukan pencucian diduga disebabkan oleh terperangkapnya sebagian air pencuci di dalam celah atau ruangan yang telah ditinggalkan oleh zat-zat terlarut.

Kadar air yang rendah pada suatu produk bahan pangan sangat diharapkan karena dapat mengurangi pertumbuhan bakteri maupun mikrobiologi pembusuk dalam produk. Kadar air juga mempengaruhi daya tahan suatu bahan dan menunjukkan kestabilan serta indeks mutu bahan. Bahan dengan kadar air tinggi akan lebih mudah rusak dibandingkan dengan bahan yang berkadar air rendah. Kandungan air dalam bahan mempengaruhi daya tahan bahan terhadap serangan mikroba.

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam suatu sampel sebagai persen bahan kering. Pada penentuan kadar air lilin sarang lebah *Trigona sp.* menggunakan metode oven. Kadar air lilin sarang lebah *Trigona sp.* pada perlakuan satu kali pencucian (P1), dua kali pencucian (P2), tiga kali pencucian (P3), dan empat kali pencucian (P4) masing-masing sebesar 41,37%, 39,37%, 39,50%, dan 38,12%. Bagdanov (2016) menyatakan bahwa kadar air dalam lilin lebah tidak lebih dari 1%. Tingginya nilai kadar air juga dipengaruhi oleh kandungan bahan padat yang tercampur di dalam lilin lebah *Trigona sp.* kandungan bahan padat yang terdapat dalam lilin berkisar 12-36% (Milborrow *et al.*, 1987). Bahan padat yang terkandung di dalam lilin berpotensi memiliki kandungan kadar air sehingga dapat meningkatkan nilai kadar air yang

terdapat di dalam lilin. Faktor lainnya yang dapat meningkatkan kadar air lilin lebah adalah proses pengeringan yang tidak sempurna sehingga masih terdapat kadar air bebas di dalam lilin.

Beberapa data sampel memperlihatkan adanya kecenderungan nilai kadar air yang hampir sama meskipun pada perlakuan tingkat pencucian yang berbeda, hal ini dikarenakan banyaknya pencucian tidak meningkatkan kadar air dalam lilin. Banyaknya jumlah pencucian tidak membuat air terikat ke dalam lilin. Selain itu, perlakuan pengeringan dengan waktu yang sama yaitu selama 5 jam membuat kadar air menguap dengan kuantitas yang sama.

1.5. Pengaruh Tingkat Pencucian terhadap Kadar Lemak

Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap kadar lemak lilin sarang lebah *Trigona sp.* pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata perlakuan yang diamati memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kadar lemak. Nilai kadar lemak pada lilin lebah *Trigona sp.* mengalami penurunan. Perlakuan empat kali pencucian (P4) menunjukkan angka tertinggi yaitu 89%, disusul perlakuan tiga kali pencucian (P3) 87%, dua kali pencucian (P2) 83,75%, dan satu kali pencucian (P1) 79,5%. Kadar lemak lilin sarang lebah *Trigona sp.* mengalami kenaikan pada tingkatan pencucian. Semakin banyak pencucian yang dilakukan, maka kadar lemak akan semakin tinggi. Tingginya kadar lemak yang dihasilkan diakibatkan karena kadar lilin yang terkandung semakin murni. Jumlah ampas yang ikut ke dalam lilin akan semakin sedikit seiring dengan banyaknya perlakuan pencucian, sehingga membuat kandungan lilin semakin murni. Kandungan lilin yang murni menunjukkan semakin banyaknya

lemak yang terkandung di dalam lilin tersebut. Nilai kandungan lemak menunjukkan jumlah semua jenis lemak yang larut dalam pelarut petroleum eter.

Kadar asam lemak pada lilin lebah umumnya 31% Junus (2017). Tabel 5 menunjukkan nilai kadar lemak lilin lebah *Trigona sp.* sangat tinggi berkisar antara 79,5 – 89%. Lemak tersusun atas trigliserida dari gliserol dan asam lemak. Kandungan hidrokarbon, ester dan asam di dalam lilin sarang lebah *Trigona sp* sangat tinggi. Millborrow *et al.* (1987) menyatakan bahwa kandungan hidrokarbon sebesar 89,9%, ester 5,9%, dan asam sebesar 4,1%. Hidrokarbon, ester, dan asam merupakan komponen penyusun lemak. Jika dijumlahkan hampir semua bahan penyusun lilin *Trigona sp.* merupakan bagian dari lemak. Perlakuan dengan nilai tertinggi adalah perlakuan empat kali pencucian (P4). Lilin sampel P4 memiliki nilai kadar lemak tertinggi, rendemen yang dihasilkan paling sedikit akibat ampas ikut terbuang selama proses pencucian, namun walaupun rendemen yang dihasilkan sedikit perlakuan ini memiliki kadar lilin paling banyak.

Turnip (2003) menyatakan bahwa pembakaran dipengaruhi oleh stearin dan parafin. Kandungan stearin yaitu (tristearin, gliseril, tristearat). Lemak ini terdapat dalam lemak nabati atau hewani. Stearin digunakan sebagai bahan baku pembuatan lilin. Komposisi berbagai asam lemak dalam sterin adalah asam laurat (C12), asam miristat (C14), asam palmitat (C16), asam stearat (C18), asam oleat (C18.1), asam linoleat (C18.2), asam linolenat (C18.3), dan asam arakhidat (C20). Parafin merupakan suatu hidrokarbon yang bentuknya dapat berupa gas tidak berwarna.

Komposisi lainnya yang terkandung dalam lilin lebah selain dari propolis adalah ester. Ester adalah senyawa organik

yang terbentuk dari asam hidrogen dan penyusun dari rantai hidrokarbon. Menurut Blomquist *et al.* (1985) ester lilin mengandung alkohol primer C16 hingga C30, dimana tetracosanol, hexacosanol dan octocosanol adalah komponen utama. Bagian asam lemak dari ester lilin memiliki panjang rantai 12 hingga 30 karbon yang terdiri dar 30% dari fraksi. Sebagian alkohol primer berkisar antara C24 hingga C30 dengan komponen C24, C26, dan C28 yang mendominasi. Hidrokarbon merupakan bagian dari lemak dan lilin lebah sebagian besar tersusun atas senyawa hidrokarbon.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1. Kesimpulan

Perbedaan tingkat pencucian pada lilin lebah *Trigona sp.* dapat mempengaruhi kualitas fisikokimia. Nilai rendemen terbaik didapatkan dari satu kali pencucian. Daya bakar terbaik diperoleh dari perlakuan dua kali pencucian. Perlakuan tingkatan pencucian tidak mempengaruhi tekstur lilin *Trigona sp.* Kadar air tertinggi didapatkan dari perlakuan satu kali pencucian, sedangkan kadar lemak tertinggi didapatkan dari perlakuan empat kali pencucian.

1.2. Saran

Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang metode terbaik untuk menghasilkan lilin lebah *Trigona sp.* yang lebih banyak dan tidak terbuang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyastiti, B. E. T., E. Suryanto dan Rusman. 2014. Pengaruh lama pembakaran dan jenis bahan bakar terhadap kualitas sensoris dan kadar benzo(A)piren sate daging kambing. Buletin Peternakan 38(3).
- Agussalim, A. Agus, A. Umami, N. dan Budisatria, I. G. S. 2017. Variasi jenis tanaman pakan lebah madu sumber nektar dan polen berdasarkan ketinggian tempat di yogyakarta. Buletin Pertenakan 41(4).
- Amrullah, M. I. 2015. Pengaruh Lama Perebusan terhadap Kandungan Gizi dan Komponen Bioaktif Keong Matah Merah (*Cerithidea obtusa*). Skripsi Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Blomquist, G. J., D.W. Roubik and S.L. Buchmann. 1985. wax chemistry of two stingless bees of the *Trigonisca* group (*Apidae: Meliponinae*). Elsevier 82(1).
- Buchwald, R., M.D. Breed and A.R. Greenberg. 2007. The thermal properties of beeswaxes: unexpected findings. The Jurnal of Experimental Biology 221.
- Bogdanov, S. 2016. Beeswax. Hexagon. Switzerlan.

- Cahyono, M. A., dan S.S. Yuwono. 2015. Pengaruh proporsi santan dan lama pemanasan terhadap sifat fisiko kimia dan organoleptik bumbu gado-gado instan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3(3).
- Carrillo, M. P., S.M. Kadri, N. Veiga and R.D.O. Orsi. 2015. Energetic feedings influence beeswax production by *Apis mellifera* L. honeybees. *Acta Scientiarum Animal Sciences* 37(1).
- Cholis, N., S. Minarti dan M. Junus. 2012. Mengenal Aneka Ternak. Universitas Brawijaya Press. Malang.
- Djajasaputra, M.R.S. 2010. Potensi budidaya lebah *Trigona* dan pemanfaatan popolis sebagai antibiotik alami untuk sapi PO. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Halcroft, M., A. Dollin dan R.S. Hart. 2013. Australian Stingless Bees. Sringer. London. ISBN 978-1-4614-4959-1.
- Indarti, E. 2007. Efek pemanasan terhadap rendemen lemak pada proses pengepresan biji kakao. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* 6(2).
- Junus, M. 2017. Produksi lebah madu. Universitas Brawijaya Press. Malang.

- Kabilan, K., K. Mughilan and R. Sivaneswari. 2012. Study on the contents of bottled mineral water of various brands in Malaysia. *Journal of Natural Sciences Research* 2(4).
- Kewas, J. C. 2013. Pengaruh variasi persentase minyak kelapa pada bahan bakar solar terhadap sudut dan intermitensi atomisasi. *Indonesian Green Technology Journal* 2(2).
- Leonhardt, S. D. 2010. Resin Collection and Use in Stingless Bees. *Life Sciences, Julius-Maximilians Universitat Wurzburg*.
- Midayanto, D.N. dan Yumowo, S. S. 2014. Penentuan atribut mutu tekstur tahu untuk direkomendasikan sebagai syarat tambahan dalam Standar Nasional Indonesia. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2(4).
- Milborrow, B.V., J.M. Kennedy and A. Dollin. 1987. *Composition of Wax Made by the Australian Stingless Bee Trigona australis*. *Australi Journal Biology Science* 40: 15-25.
- Nilotama, S.K.L. 2014. Pelatihan pembuatan lilin hias sebagai elemen dekoratif interior. *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Pasaribu, G., Gusmailina dan R.E. Pangesta. 2016. Kualitas lilin aromaterapi dan sabun berbahan minyak *Dryobalanops aromatica*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 34(2).

- Prasetyo, B dan L.M. Jannah. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Putra, A.D.H., N.L. Watiniasih dan N.M. Suartini. 2014. Struktur dan produksi lebah *Trigona spp.* pada sarang berbentuk tabung dan bola. *Jurnal Biologi* 18(2): 60-64.
- Raharja S., D. Setyaningsih dan D.M.S. Turnip. 2006. Pengaruh perbedaan komposisi bahan , konsentrasi, dan jenis minyak atsiri pada pembuatan lilin aromaterapi. *Jurnal Teknologi Pertanian* 1(2): 50-59.
- Riyanti dan Anggrika. 2008. Analisis Konsentrasi Particulate Matter 10 (PM10) pada Udara dalam Ruang (Studi Kasus : Dapur Rumah Tangga Berbahan Bakar Kayu dan Minyak Tanah). Tugas Akhir Teknik Lingkungan Univesitas Diponegoro.
- Ryan, K. J., C.L.H. Ryan, J. Jenson, K.L. Robbins, C. Prestat and M.S. Brewer. 2002 Effect of lipid extraction process on performance of texturized soy flour added wheat bread. *Journal of Food Science* 67(6).
- Sandri, D., Fatimah, E. Adlhani, L. Erlinda. 2016. Optimasi penambahan minyak atsiri bunga kamboja terhadap lilin aromaterapi dari lilin sarang lebah. *Jurnal Teknologi AgroIndustri* 3 (1) : 2407-4624.
- Sarwono, B. 2007. Lebah Madu. Apromedia pustaka. Jakarta.
- Smith, F. G. 1951. Preliminary report on *Trigona* Wax. The East African Agricultural Journal 16(4) : 185-187

- Suranto, A. 2004. Khasiat dan Manfaat Madu Herbal. PT Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Subagyo, A. 2015. Cuaca panas berpengaruh terhadap terjadinya kebakaran di perumahan padat penduduk. *Orbith* 11(3).
- Sylvi, D. 1997. Pengaruh pemberian lilin lebah (*beewax*) pada minyak goreng terhadap mutu keripik dari dua jenis kentang (*Solanum tuberosum*). *Prosiding Seminar Teknologi Pangan* 451-457.
- Turnip, D. M. S. 2003. Perbedaan Komposisi Bahan Konsentrasi dan Jenis Minyak Atsiri pada Pembuatan Lilin Aromaterapi. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Untoro, N. S., Kusrahayu dan B.E. Setiani. 2012. Kadar air, kekenyalan, kadar lemak dan citarasa bakso daging sapi dengan penambahan ikan bandeng presto. *Animal Agriculture Journal* 1(1): 567-583.
- Winarno, F. G. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama
- Yitnosumarto. 1990. Dasar-Dasar Statistika. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Yuliana, R., E. Sutariningsih, H.B. Santoso, K.A. Hendarto dan S.D. Riendrasari. 2015. Daya Antimikrobia Sarang lebah madu *Trigona spp* terhadap mikrobia patogen. *Bioedukasi* 8(1): 67-72.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur uji rendemen, organoleptik tekstur, waktu bakar, kadar air, dan kadar lemak

1. Rendemen

Rendemen, rendemen suatu bahan adalah hasil produk akhir dari proses pengolahan yang dilakukan terhadap bahan. Karena itu rendemen erat hubungannya dengan komposisi bahan hasil olahan, seperti kadar air, kadar lemak (Sylvi, 1997). Rumus untuk menghitung Rendemen adalah sebagai berikut:

$$\% \text{Rendemen} = \frac{200 \text{ gr}}{\text{Berat awal} - \text{berat akhir}} \times 100\%$$

2. Uji organoleptik dilakukan dengan metode uji hedonik, dengan prosedur sebagai berikut :

- Mencari panelis sebanyak 5 orang
- Memberikan sampel untuk dicoba
- Memberikan kuisisioner pengujian yang berisi tentang tekstur
- Mempersilahkan panelis untuk mengisi kuisisioner yang telah disediakan sesuai dengan penilaian panelis terhadap produk tersebut.

3. Waktu bakar

Waktu bakar adalah selang waktu yang ditunjukkan daya tahan lilin dibakar sampai habis. Lilin diukur sama rata dengan tinggi 1,5 cm dan diameter 4cm, kemudian diletakkan didalam gelas dan dibakar secara bersama-sama dengan dimulai hitungan waktu menggunakan Stopwacth (Sandri dkk., 2016).

4. Kadar air

Penentuan kadar air pada lilin menggunakan metode pengeringan dengan oven. Sebanyak 2 g contoh ditimbang secara teliti dalam cawan alumunium yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya. Cawan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105-110 °C selama 3 jam. Cawan dikeluarkan dan didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang. Pengeringan dilanjutkan lagi dan setiap setengah jam didinginkan dan ditimbang sampai diperoleh bobot konstan. Kadar air dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

5. Kadar lemak

Kadar lemak, sampel dihaluskan pakai mortar. Sebelum di oven berat kertas sama kapas di timbang, setelah ditimbang, di masukan kedalam oven dengan suhu 100-105 °C selama 1 jam. Kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit setelah itu kertas saring ditimbang.

Sampel ditimbang seberat 2-5 g. Kemudian sampel diletakkan di tengah-tengah kertas saring, kemudian kertas saring dilipat dan diikat dengan benang. Proses selanjutnya adalah sampel dimasukkan ke dalam alat soxhlet dengan cairan pelarut petrolieter (500 – 600 ml). Proses ini dilakukan selama 5 jam. Setelah 5 jam, sampel dikeluarkan dari alat dan diangin-anginkan ± 30 menit di udara terbuka, kemudian di oven ± 1 jam.

$$\text{Kadar Lemak} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

(Untoro, dkk 2012).

Lampiran 2. Perhitungan statistik rendemen

Perlakuan	Ulangan (%)				Jumlah	Rataan	sd
	1	2	3	4			
1	34,5	33	29,5	33	130	32,5	2,12
2	21,5	23	20	21	85,5	21,4	1,25
3	16	17	15	15	63	15,7	0,95
4	12,5	11	12	12,5	48	12,0	0,70
Jumlah	84,5	84	76,5	81,5	326,5	81,62	5,03

Analisis Ragam :

$$FK = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{(txr)}$$

$$= \frac{(326,5)^2}{(4 \times 4)}$$

$$= 6662,64$$

$$JK_{Total} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - FK$$

$$= (34,5^2 + 33^2 + 29,5^2 + \dots + 12^2 + 12^2) - 6662,64$$

$$= 980,60$$

$$JK_{perlakuan} = \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{r} - FK$$

$$= \left(\frac{130^2 + 85,5^2 + 63^2 + 48^2}{4} \right) - 6662,64$$

$$= 958,17$$

$$JK_{galat percobaan} = JK_{total} - JK_{perlakuan}$$

$$= 980,60 - 958,17$$

$$= 22,43$$

Tabel analisis ragam :

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F 0,05	F 0,01
Perlakuan	3	958,17	319,39	170,81	3,49	5,95
Galat	12	22,43	1,86			
Total	15	980,60				

$$F_{\text{hitung perlakuan}} > F_{0,01}$$

Kesimpulan :

Perbedaan tingkat pencucian pada lilin lebah *Trigona sp.* memberikan perbedaan yang sangat nyata terhadap rendemen lilin lebah *Trigona sp.* ($P < 0,01$).

Uji Jarak Duncan (JND)

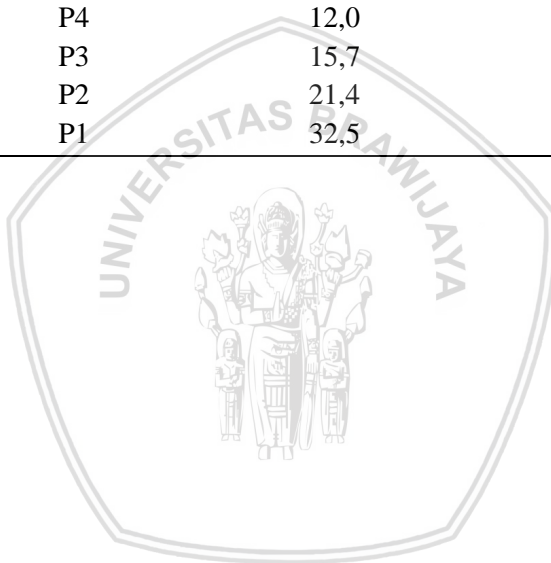
$$\begin{aligned}
 \text{SE} &= \sqrt{\frac{(KT \text{ galat})}{r}} \\
 &= \sqrt{\frac{2,38}{4}} \\
 &= 0,77 \\
 \text{JNT 1\%} &= t(1\%, db_{\text{galat}}) \times \text{SE}
 \end{aligned}$$

Nilai kritis UJBD 1% kadar rendemen lilin lebah *Trigona sp.*

	2	3	4
JND 1 %	4,32	5,04	5,5
JNT 1%	3,33	3,88	4,24

Tabel Uji Duncan

Perlakuan	Rataan	Notasi
P4	12,0	a
P3	15,7	b
P2	21,4	c
P1	32,5	d



Lampiran 3. Perhitungan statistik waktu bakar

Tinggi lilin (t) = 1,5 cm
 Diameter lilin (d) = 4 cm
 Jari-jari lilin (r) = 2 cm
 Volume lilin = $\pi r^2 \times t$
 $= 22/7 \times (2 \text{ cm})^2 \times 1,5 \text{ cm}$
 $= 18,85 \text{ cm}^3$

Perlakuan	Ulangan ($^{\circ}\text{C}/\text{cm}^3$)				Jumlah	Rataan	sd
	1	2	3	4			
1	3,39	3,71	3,18	2,91	13,20	3,30	0,33
2	3,92	4,50	3,60	4,24	16,28	4,07	0,39
3	1,59	1,22	2,12	1,85	6,79	1,69	0,38
4	1,06	1,16	1,59	1,27	5,09	1,27	0,22
Jumlah	9,97	10,61	10,50	10,29	41,37	10,34	1,34

Analisis Ragam :

$$\begin{aligned}
 \mathbf{FK} &= \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{(txr)} \\
 &= \frac{(41,37)^2}{(4 \times 4)} \\
 &= 107,01
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{JK}_{\text{Total}} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \mathbf{FK} \\
 &= (3,39^2 + 3,71^2 + 3,18^2 + \dots + 1,59^2 + 1,27^2) - 107,01 \\
 &= 22,33
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{JK}_{\text{perlakuan}} &= \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{r} - \mathbf{FK} \\
 &= \left(\frac{9,97^2 + 10,61^2 + 10,50^2 + 10,29^2}{4} \right) - 107,01 \\
 &= 20,93
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK}_{\text{galat percobaan}} &= \text{JK}_{\text{total}} - \text{JK}_{\text{perlakuan}} \\ &= 22,33 - 20,93 \\ &= 1,40 \end{aligned}$$

Tabel analisis ragam :

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F 0,05	F 0,01
Perlakuan	3	20,93	6,97	59,79	3,49	5,95
Galat	12	1,40	0,11			
Total	15	22,33				

$$F_{\text{hitung perlakuan}} > F_{0,01}$$

Kesimpulan :

Perbedaan tingkat pencucian pada lilin lebah *Trigona sp.* memberikan perbedaan yang sangat nyata terhadap waktu bakar lilin lebah *Trigona sp.* ($P < 0,01$).

Uji Jarak Duncan (JND)

$$\begin{aligned} \text{SE} &= \sqrt{\frac{(KT \text{ galat})}{r}} \\ &= \sqrt{\frac{41,45}{4}} \\ &= 3,21 \end{aligned}$$

$$\text{JNT 1\%} = t(1\%, db_{\text{galat}}) \times \text{SE}$$

Nilai kritis UJBD 1% kadar waktu bakar lilin lebah *Trigona sp.*

	2	3	4
JND 1 %	4,32	5,04	5,5
JNT 1%	0,73	0,86	0,93

Tabel Uji Duncan

Perlakuan	Rataan	Notasi
P4	1,27	a
P3	1,69	a
P1	3,30	B
P2	4,07	C



Lampiran 4. Tabel kuisisioner organoleptik tekstur

Tabel data penilaian panelis pengujian organoleptik tekstur

Panel	P1					P2				P3			P4			
is	12	21	24	30	22	18	3	8	94	25	49	48	38	36	7	14
1	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2
2	3	3	2	2	3	2	4	4	2	2	3	3	3	4	3	3
3	1	2	2	1	2	2	4	4	4	2	2	2	4	2	5	5
4	4	3	3	3	5	4	5	3	4	4	4	5	5	5	3	4
5	3	2	2	1	4	2	3	2	5	1	3	3	4	5	1	2
6	4	3	5	5	4	4	4	3	3	4	5	3	4	3	5	2
7	4	4	3	2	3	4	3	1	4	3	2	1	5	3	3	2
8	4	3	3	2	4	3	3	2	5	4	3	1	4	3	3	2
9	3	3	2	3	5	2	3	2	3	3	2	2	5	2	2	2
10	5	2	3	2	4	4	3	2	4	3	2	2	4	3	2	2
11	4	3	2	1	5	3	3	2	4	4	3	3	4	3	2	1
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2
13	3	3	3	2	3	2	2	3	4	2	2	2	2	3	2	3
14	3	3	3	3	4	5	4	2	4	3	3	2	4	4	3	3
15	5	2	4	4	3	4	2	2	3	4	3	2	5	2	1	3
16	4	4	3	2	5	4	3	2	3	3	4	2	4	3	3	2
17	4	3	3	2	4	3	3	2	4	4	3	2	3	3	2	1
18	3	4	4	3	5	3	3	2	2	4	3	2	4	3	2	2
19	3	3	3	2	4	4	2	3	4	5	3	2	4	3	2	2
20	5	4	3	2	3	4	3	3	4	3	2	3	3	4	3	2
21	4	4	2	3	5	3	2	2	2	4	3	2	4	4	2	1
22	3	5	2	2	4	5	3	2	3	5	2	3	4	3	2	3
23	4	3	3	2	4	4	3	3	4	4	3	2	5	4	3	1
24	3	4	2	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	3	3	4
25	5	4	3	2	5	3	1	3	3	4	3	2	4	4	2	2
26	4	3	3	2	3	3	2	2	4	3	2	2	4	3	2	1
27	4	4	3	2	3	3	3	2	4	3	3	2	5	3	3	2
28	3	4	2	2	5	4	3	1	4	4	2	2	4	3	3	3
29	5	3	3	3	4	3	3	2	5	4	3	3	3	3	2	2
30	5	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	2	4	4	3	1
31	4	3	3	3	5	4	2	2	5	3	3	2	4	3	3	1
32	3	4	3	2	3	3	3	2	4	4	2	2	3	3	3	2
33	3	5	2	2	3	3	2	2	3	4	3	2	3	3	2	3
34	4	3	2	2	4	4	3	3	4	3	4	2	5	4	3	1
35	5	5	3	3	5	3	3	2	4	5	3	3	4	4	2	2
36	5	4	2	2	5	4	3	2	5	4	3	2	4	3	3	2
Jumla							1	8							9	
h	133	121	98	84	140	120	4	5	133	125	102	83	139	118	3	78
							2								2	
							2	,							,	
Rata-	3,6	3,3	2,7		3,8	3,3	8	3	3,6		2,8	2,3	3,8		5	2,1
rata	9	6	2	2,33	8	3	8	6	9	3,47	3	0	6	3,27	8	6

Lampiran 5. Perhitungan statistik organoleptik tekstur

Tabel hasil uji organoleptik tekstur

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rataan	Sd
	1	2	3	4			
1	3,69	3,36	2,72	2,33	12,11	3,02	0,61
2	3,88	3,33	2,88	2,36	12,47	3,11	0,65
3	3,69	3,47	2,83	2,30	12,30	3,07	0,65
4	3,86	3,27	2,58	2,16	11,88	2,97	0,75
Jumlah	15,13	13,44	11,02	9,16	48,77	12,19	2,63

Analisis Ragam :

$$\mathbf{FK} = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r y_{ij})^2}{(txr)}$$

$$= \frac{(48,77)^2}{(4 \times 4)}$$

$$= 148,70$$

$$\mathbf{JK}_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \mathbf{FK}$$

$$= (3,69^2 + 3,36^2 + 2,72^2 + \dots + 2,58^2 + 2,16^2) - 148,70$$

$$= 5,32$$

$$\mathbf{JK}_{\text{perlakuan}} = \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r y_{ij})^2}{r} - \mathbf{FK}$$

$$= \left(\frac{12,11^2 + 12,47^2 + 12,30^2 + 11,88^2}{4} \right) - 148,70$$

$$= 0,04$$

$$\mathbf{JK}_{\text{galat percobaan}} = \mathbf{JK}_{\text{total}} - \mathbf{JK}_{\text{perlakuan}}$$

$$= 5,32 - 0,04$$

$$= 5,27$$

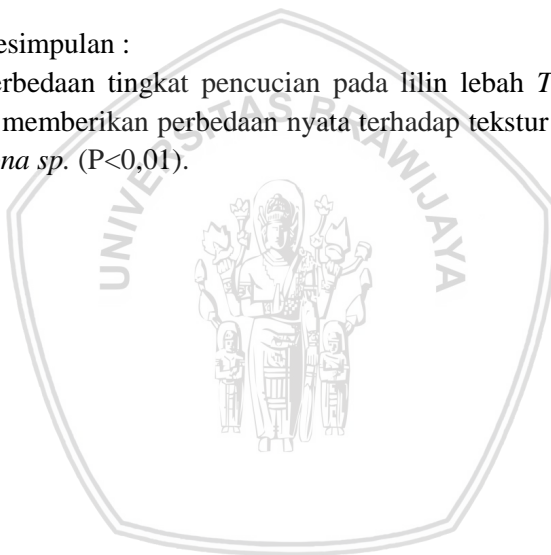
Tabel analisis ragam :

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F 0,05	F 0,01
Perlakuan	3	0,04	0,003	0,011	3,49	5,95
Galat	12	5,27	0,351			
Total	15	5,31	1,773			

$$F_{\text{hitung perlakuan}} < F_{0,05}$$

Kesimpulan :

Perbedaan tingkat pencucian pada lilin lebah *Trigona sp.* tidak memberikan perbedaan nyata terhadap tekstur lilin lebah *Trigona sp.* ($P < 0,01$).



Lampiran 6. Perhitungan statistik kadar air

Perlakuan	Ulangan (%)				Jumlah	Rataan	sd
	1	2	3	4			
1	42	43	40	40,5	165,5	41,37	1,37
2	38	39,5	40	40	157,5	39,37	0,94
3	40,5	40	42	35,5	158	39,50	2,79
4	39	36	36,5	41	152,5	38,12	2,32
Jumlah	159,5	158,5	158,5	157	633,5	158,37	7,44

Analisis Ragam :

$$\text{FK} = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{(txr)}$$

$$= \frac{(633,5)^2}{(4 \times 4)}$$

$$= 25082,6$$

$$\text{JK}_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \text{FK}$$

$$= (42^2 + 43^2 + 40^2 + \dots + 36,5^2 + 41^2) - 25082,6$$

$$= 69,60$$

$$\text{JK}_{\text{perlakuan}} = \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{r} - \text{FK}$$

$$= \left(\frac{165,5^2 + 157,5^2 + 158^2 + 152,5^2}{4} \right) - 25082,6$$

$$= 21,54$$

$$\text{JK}_{\text{galat percobaan}} = \text{JK}_{\text{total}} - \text{JK}_{\text{perlakuan}}$$

$$= 69,60 - 21,54$$

$$= 48,06$$

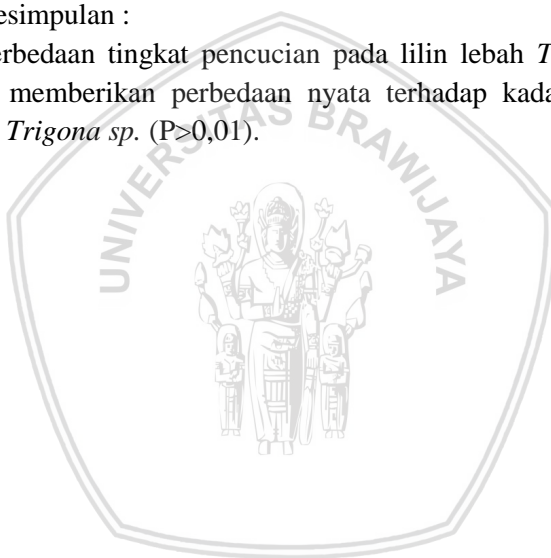
Tabel analisis ragam :

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F 0,05	F 0,01
Perlakuan	3	21,54	7,18	1,79	3,49	5,95
Galat	12	48,06	4,00			
Total	15	69,60				

$$F_{\text{hitung perlakuan}} < F_{0,01}$$

Kesimpulan :

Perbedaan tingkat pencucian pada lilin lebah *Trigona sp.* tidak memberikan perbedaan nyata terhadap kadar air lilin lebah *Trigona sp.* ($P > 0,01$).



Lampiran 7. Perhitungan statistik kadar lemak

Perlakuan	Ulangan (%)				Jumlah	Rataan	sd
	1	2	3	4			
1	78	81	80	79	318	79,50	1,29
2	83	84	83	85	335	83,75	0,95
3	87	88	87	86	348	87	0,81
4	90	87	89	90	356	89	1,41
Jumlah	338	340	339	340	1357	339,25	4,47

Analisis Ragam :

$$\mathbf{FK} = \frac{(\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{(txr)}$$

$$= \frac{(1357)^2}{(4 \times 4)}$$

$$= 115090,6$$

$$\mathbf{JK}_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \mathbf{FK}$$

$$= (78^2 + 81^2 + 80^2 + \dots + 89^2 + 90^2) - 115090,6$$

$$= 222,43$$

$$\mathbf{JK}_{\text{perlakuan}} = \frac{\sum_{i=1}^t (\sum_{j=1}^r Y_{ij})^2}{r} - \mathbf{FK}$$

$$= \left(\frac{318^2 + 335^2 + 348^2 + 356^2}{4} \right) - 115090,6$$

$$= 206,68$$

$$\mathbf{JK}_{\text{galat percobaan}} = \mathbf{JK}_{\text{total}} - \mathbf{JK}_{\text{perlakuan}}$$

$$= 222,43 - 206,68$$

$$= 15,75$$

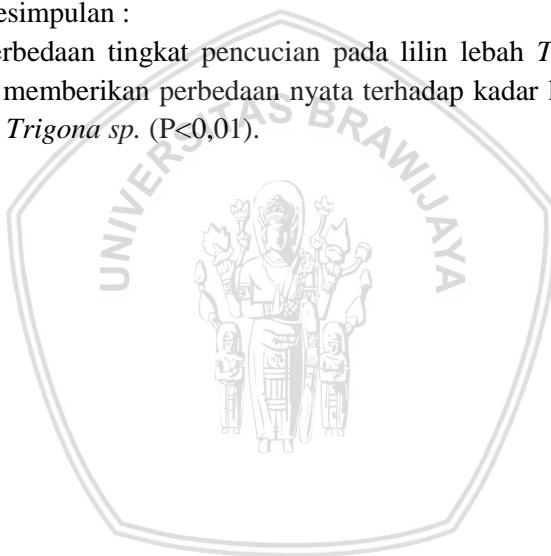
Tabel analisis ragam :

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F 0,05	F 0,01
Perlakuan	3	206,68	68,89	52,49	3,49	5,95
Galat	12	15,75	1,31			
Total	15	222,43				

$$F_{\text{hitung perlakuan}} > F_{0,01}$$

Kesimpulan :

Perbedaan tingkat pencucian pada lilin lebah *Trigona sp.* tidak memberikan perbedaan nyata terhadap kadar lemak lilin lebah *Trigona sp.* ($P < 0,01$).



Uji Jarak Duncan (JND)

$$\begin{aligned} \text{SE} &= \sqrt{\frac{(KT \text{ galat})}{r}} \\ &= \sqrt{\frac{1,31}{4}} \\ &= 0,57 \end{aligned}$$

$$\text{JNT 1\%} = t(1\%, db_{\text{galat}}) \times \text{SE}$$

Nilai kritis UJBD 1% kadar lemak lilin lebah *Trigona sp.*

	2	3	4
JND 1 %	4,32	5,04	5,5
JNT 1%	2,47	2,88	3,15

Tabel Uji Duncan

Perlakuan	Rataan	Notasi
P1	79,5	a
P2	83,75	b
P3	87	c
P4	89	c

Lampiran 8. Dokumentasi penelitian



1. Sarang lebah *Trigona* sp dari peternakan lebah Kembang Joyo, Malang.



2. Proses pembutan lilin lebah *Trigona* sp.



3. Lilin lebah *Trigona* sp